

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Yukihiko FURUMOTO et al.

Application No.: (Unassigned)

Group Art Unit:

Filed: (Concurrently)

Examiner:

For: MECHANICAL MODEL SIMULATOR, INTERLOCK SETTING METHOD, AND
STORAGE MEDIUM THEREFOR

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith
a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-218631

Filed: July 26, 2002

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 7/25/03

By: Richard A. Gollhofer
Richard A. Gollhofer
Registration No.

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: July 26, 2002

Application Number: Patent Application No. 2002-218631
[ST.10/C] [JP2002-218631]

Applicant(s): FUJITSU LIMITED

October 29, 2002

Commissioner,

Japan Patent Office Shinichiro Ota

Certificate No. P2002-3085229

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-218631

[ST.10/C]:

[JP2002-218631]

出 願 人

Applicant(s):

富士通株式会社

2002年10月29日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎

出証番号 出証特2002-3085229

【書類名】 特許願

【整理番号】 0252034

【提出日】 平成14年 7月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 17/50

【発明の名称】 機構モデルシミュレータ、プログラム

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 古本 幸彦

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 野崎 直行

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100074099

 【住所又は居所】 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大菅 義之

 【電話番号】 03-3238-0031

【選任した代理人】

 【識別番号】 100067987

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区北寺尾7-25-28-503

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 久木元 彰

【電話番号】 045-573-3683

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012542

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705047

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 機構モデルシミュレータ、プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 各部品の 3 次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報とを格納する部品情報記憶手段と、

該部品情報記憶手段の格納内容に基づいて、各部品の 3 次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示し、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させることにより駆動部と該駆動部と連動する従動部とを指定させるユーザ・インタフェース手段と、

を有することを特徴とする機構モデルシミュレータ。

【請求項 2】 前記ユーザ・インタフェース手段は、更に、前記各可動部の拘束条件と、前記連動する動きの伝播する方向とを表示することを特徴とする請求項 1 記載の機構モデルシミュレータ。

【請求項 3】 前記ユーザ・インタフェース手段は、更に、幾何学的拘束条件を指定させ、該幾何学的拘束条件を表示すると共に、該指定された幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の機構モデルシミュレータ。

【請求項 4】 コンピュータに、

予め格納されている各部品の 3 次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報とに基づいて、各部品の 3 次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示し、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させることにより駆動部と該駆動部と連動する従動部とを指定させる機能を実現させるためのプログラム。

【請求項 5】 前記各可動部の拘束条件と前記連動する動きの伝播する方向とを表示する機能、あるいは前記幾何学的拘束条件を指定させ、該指定された幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示する機能、

を更に有することを特徴とする請求項 4 記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、機構モデルシミュレータに係わり、特に連動関係をシミュレートするためのシステム、方法、プログラム等に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、三次元CADシステムを用いて装置の機構設計を行うことが多くなってきている。この機構設計用の三次元CADシステムにおいては、各部品の形状、大きさ、取り付け位置/相対方向等を設定するが、一般的に、可動部を有する部品が幾つか存在するものであり、装置を組み立て後、設計者が望むように動作するかどうか、あるいは部品同士が干渉しないかどうか等を確認する必要があった。これについて、最近では、コンピュータグラフィックス（CG）とシミュレーション技術の発達により、シミュレーションによって可動部を動かし、それをCG画面に表示することにより、装置の試作を行わなくても動作確認ができるようになってきている。

【0003】

図17～図29に、このような機構設計用の三次元CADシステム（機構モデルシミュレータ）のGUI画面、及びユーザによる設定手順の様子を示す。

まず、初期状態では、図17に示す各部品の3D形状データ（形状、大きさ、相対位置、方向等）が、既に作成されていて、任意の記憶領域に格納されている。但し、初期状態では、未だ、図示の3D構成データは作成されていない。よって、初期状態においては、図18に示すGUI画面（初期画面）80の図上左側のツリー図表示領域81に示す各部品の3D形状データ・ファイル（hiki_lever_2prt～gear_alprt）に基づいて、図上右側の3次元CG表示領域82に示すように、単に各部品が各々の位置に表示されるだけの状態となっている。

【0004】

この状態において、ユーザ等は、可動部（関節）の設定を行うべき部品を1つ選択する。これは、上記ツリー図表示領域81でファイルを選択してもよいし、3次元CG表示領域82上で直接部品を指定してもよい。

【0005】

これより、図 1 9 の G U I 画面 9 0 のように、3 次元 C G 表示領域 9 1 に、選択された部品が表示される。尚、この図 1 9 は、3 D 形状データ・ファイル “hi ki_lever_2_prt” を選択した状態を表す。そして、「次へ」ボタン 9 2 をクリックすると、図 2 0 に示す G U I 画面 1 0 0 に移り、ユーザは、この G U I 画面 1 0 0 上で上記選択した部品における可動部を指定する。そして、この可動部について各種設定を行う。この設定の仕方については、特に説明しないが、設定結果として、3 次元 C G 表示領域 1 0 1 に示すように、可動部（この例では“穴” 1 0 3）と、その軸 1 0 4 が設定される。また特に図示しないが回転方向等も設定される。

【 0 0 0 6 】

設定完了したら、「次へ」ボタン 1 0 2 をクリックすると、図 2 1 に示す G U I 画面 1 1 0 に移り、ユーザは、この画面 1 1 0 上で、上記部品の可動部を取り付ける部品（以下、ベース部品と呼ぶ）を選択する。尚、図 2 1 は、3 D 形状データ・ファイル “140kadai_ue_2_prt” を選択した状態を表す。

【 0 0 0 7 】

ベース部品を選択したら、「次へ」ボタン 1 1 1 をクリックして、不図示の画面上でベース部品上での可動部の取り付け位置を設定させる等すると、図 2 2 に示す G U I 画面 1 2 0 が表示される。

【 0 0 0 8 】

これも特に詳細には説明しないが、ユーザは、この画面 1 2 0 上で、必要に応じて、可動範囲の設定項目である「最小値」、「最大値」を選択すると共に、それらの値を指定することで、ベース部品上における可動部（関節）の可動範囲を設定する。可動範囲は、例えば可動部の軸を中心とした回転角度として設定する。勿論、これに限らず、例えば直線的に移動する場合には、移動可能な位置を設定することになる。

【 0 0 0 9 】

そして、「完了」ボタン 1 2 1 をクリックすることで、可動部の設定作業は完了する。この設定作業により、例えば図 2 3 の G U I 画面 1 3 0 のツリー図表示領域 1 3 1 に示すように、可動部に関する情報が作成・追加される。すなわち、

図示のように、ベース部品“140kadai_ue_2_prt”上における部品“hiki_level_2_prt”の可動部の取り付け位置、可動方向/範囲等の設定情報である“Rotate0017”が、図示の通り追加される（これが、図 1 7 に示す 3 D 構成データとツリー構造である）。尚、ベース部品“140kadai_ue_2_prt”と設定情報“Rotate0017”は、図 2 2 で指定される関節名“JointAsy0016”に関する情報として管理される。

【 0 0 1 0 】

以上の処理を、他の部品についても順次実行していくことで、最終的には、図 2 4 の G U I 画面 1 4 0 のツリー図表示領域 1 4 1 に示すように、部品情報（各部品の 3 次元形状・位置データや、その可動部の情報）が、ベース部品と部品とその可動部との関係を示すツリー構造で格納されることになる。

【 0 0 1 1 】

更に、通常、上記設定作業により作成・格納された上記部品情報を用いて、各部品（駆動部品）と、この駆動部品の動作に連動して動く他の部品（従動部品）との連動関係をシミュレーションする。尚、連動することを、リレーションと呼ぶ場合もある。

【 0 0 1 2 】

この連動関係のシミュレーションについて、以下、図 2 5 ～図 2 9 を参照して説明する。

まず最初は、図 2 5 に示すリレーション種別設定画面 1 5 0 上で、任意のリレーション種別を示すボタンを選択する。そして、「次へ」ボタン 1 5 1 をクリックすると、図 2 6 に示すリレーション駆動部品指定画面 1 6 0 に移る。この画面 1 6 0 の 3 次元 C G 表示領域 1 6 1 には、上記部品情報を用いて、図示の通り、ベース部品以外の全ての部品を表示する。そして、この 3 次元 C G 表示領域 1 6 1 上で、ユーザに、連動関係の定義対象とする駆動部品を指定させる。そして、ユーザが「次へ」ボタン 1 6 2 をクリックすると、図 2 7 に示す従動部品設定画面 1 7 0 に移り、駆動部品と連動して動く従動部品を指定させる。すると、図示のリレーション設定対象表示領域 1 7 2 に、指定された駆動部品、従動部品のみが、他の部品とは切り離されて表示される。この例では、上記“hiki_lever_2_p

rt” が駆動部品として選択され、これに連動する従動部品として略円盤状の部品が選択されている。そして、「次へ」ボタン 1 7 3 をクリックして、次の画面に移り、上記選択した駆動部品－従動部品間の連動関係を定義することになる。

【 0 0 1 3 】

まず、図 2 8 に示す可動範囲設定画面 1 8 0 上で可動範囲を設定する。続いて自動計算または手作業により連動関係を定義する。手作業により連動関係を設定する場合には、図 2 9 に示す連動関係設定画面 1 9 0 上で、ユーザが手作業で設定を行う。

【 0 0 1 4 】

ここで、図 2 2 において、既に可動範囲の設定を行っているが、これはベース部品上における駆動部品単体の可動範囲であり、従動部品と連動する際には、通常、可動範囲が狭まる場合が多い。よって、まず、図 2 8 の画面 1 8 0 上で、駆動部品－従動部品で連動する場合の可動範囲を設定した上で、次に、この可動範囲内での連動関係を定義する。

【 0 0 1 5 】

まず、図 2 8 の可動範囲設定画面 1 8 0 上では、ユーザは、まず、3 次元 CG 表示領域 1 8 1 上で各部品を初期位置へと動かして、「始点取込み」ボタン 1 8 3 をクリックし、各部品の初期位置を設定する。同様に、3 次元 CG 表示領域 1 8 1 上で各部品を終点位置へと動かして、「終点取込み」ボタン 1 8 4 をクリックし、各部品の終点位置を設定する。以上で、可動範囲が設定される。

【 0 0 1 6 】

可動範囲を設定したら、例えば干渉チェックアルゴリズムを用いて連動動作を自動計算して、連動関係を自動的に定義させてもよいし、あるいは手動で設定してもよい。

【 0 0 1 7 】

手動設定する場合には、図 2 9 の連動関係設定画面 1 9 0 上において、ユーザは、例えば初期位置から少しずつ駆動部品を動かして、動かす毎に、その位置に対応する従動部品の位置を手作業で決定する。すなわち、従動部品を動かしつつ、目視により、例えばそのときの溝の位置にピンが嵌まる位置を見つけて位置決

定する（決定したら、「取込み」ボタンをクリックすれば、図上右側に示すように、駆動部品の位置と従動部品の位置（連動関係）が登録される）。この作業を、繰り返し実行することで、連動関係が定義されて保存されることになる。

【 0 0 1 8 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、ユーザにとっては、例えば可動範囲設定画面 1 8 0 の 3 次元 C G 表示領域 1 8 1 に示すような表示では、連動関係の定義対象である 2 つの部品の 3 次元 C G が表示されているだけであり、例えばこれら部品が何に基づいて動作するのか（可動部が何処か）、どのような拘束条件でどのように動きが伝播しているのか、他の部品との関係がどのようなになっているのか等が、直感的に分かり易い表示になっているとは言い難かった。また、駆動部－従動部を設定する為の操作手順が煩雑であった。

【 0 0 1 9 】

尚、上述したことは、例えば本出願人の製品（F J V P S /Digital Mockup V10L14a）の技術である。

本発明の課題は、ユーザにとって機構の動作が直感的に分かり易い表示を行い、また駆動部－従動部の指定操作等の操作を行い易くする機構モデルシミュレータ、そのプログラム等を提供することである。

【 0 0 2 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明の機構モデルシミュレータは、各部品の 3 次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報とを格納する部品情報記憶手段と、該部品情報記憶手段の格納内容に基づいて、各部品の 3 次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示し、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させることにより駆動部と該駆動部と連動する従動部とを指定させるユーザ・インタフェース手段とを有するように構成する。

【 0 0 2 1 】

上記のように可動部を表現するモデルを表示して、これをマウス等で指定させる手法のほうが、従来に比べて、機構の動作が直感的に分かり易く且つ駆動部－

従動部の指定操作等が行い易くなる。

【 0 0 2 2 】

更に、例えば、前記ユーザ・インタフェース手段が、前記各可動部の拘束条件と、前記連動する動きの伝播する方向とを表示したり、幾何学的拘束条件を指定させ、該幾何学的拘束条件を表示すると共に、該指定された幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示するように構成してもよい。

【 0 0 2 3 】

このような表示を行うことで、特に、複雑な機構の連動動作等でも直感的に分かり易くなる。

なお、上述した本発明の各構成により行なわれる機能と同様の制御をコンピュータに行なわせるプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体から、そのプログラムをコンピュータに読み出させて実行させることによっても、前述した課題を解決することができる。

【 0 0 2 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図 1 は、本実施の形態による機構モデルシミュレータの機能ブロック図である。

【 0 0 2 5 】

図 1 に示す機構モデルシミュレータ 1 0 は、部品情報記憶部 1 1 と、GUI 部 1 2 とを有する。部品情報記憶部 1 1 は、各部品の 3 次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報とを格納する。つまり、上記図 1 8 ～図 2 4 の処理により設定された情報が格納されている。

【 0 0 2 6 】

GUI 部(グラフィカル・ユーザ・インタフェース部) 1 2 は、この部品情報記憶部 1 1 に格納されている上記各種情報に基づいて、各部品の 3 次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示する。そして、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させる(例えばドラッグ操作等)ことにより、駆動部と、この駆動部と連動する従動部とを指定させる。

【 0 0 2 7 】

また、GUI部12は、更に、前記各可動部の拘束条件と、上記連動する動きの伝播する方向とを表示する。可動部の拘束条件とは、例えば可動部の並進/回転等の動作と、その方向等である。連動する動きの伝播する方向の表示は、例えば、駆動部から従動部へ向かう矢印を表示する。

【 0 0 2 8 】

また、GUI部12は、更に、上記駆動部－従動部を連動動作させる為の幾何学的な拘束条件を指定させ、この幾何学的拘束条件を文字表示すると共に、指定された幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示する。幾何学的な拘束条件は、例えば、歯車、溝、カム等の形状によって定まるものであり、例えば溝を例にすると、「溝」である旨を表示すると共に、この溝の形状を強調表示（ハイライト表示等）する。

【 0 0 2 9 】

図2は、上記機構モデルシミュレータによる処理手順を説明する為のフローチャート図である。

図3～図11は、コンピュータのディスプレイ等に表示されるGUI（Graphical UserInterface）画面の推移を示す図である。

【 0 0 3 0 】

以下、図3～図11を参照しつつ、図2の処理手順について説明する。

まず、最初に、特に図示しないが、従来と同様に、機構モデルシミュレータ（以下、単にシステムと呼ぶ）は、まず、設定すべき連動関係（リレーション）の種類をユーザに選択させ、これより、図3に示すGUI画面20（初期画面）を表示する。

【 0 0 3 1 】

図示のGUI画面20の3次元CG表示領域21には、上記部品情報記憶部11に格納されている部品情報に基づいて各部品のCG画像を該当位置に表示すると共に、更に各部品の可動部を表現するモデルを表示する。すなわち、部品A、部品B、部品C、部品Dを表示すると共に、部品Aの可動部a、部品Bの可動部b、部品Cの可動部c、部品Dの可動部dを表現するモデルを表示する。各可動

部を表現するモデル（3次元CG）は、予め設定して登録しておくものであり、その形状は何でもよいが、図示の例は略円柱形状である。尚、これは、各部品の可動部が何処にあるのかがユーザにとって分かり易くなるようにする為に表示しているものであり、実際に略円柱形状の部品が存在しているわけではない。

【 0 0 3 2 】

3次元CG表示領域21には、更に、各可動部の拘束条件（並進または回転と、その方向）を表示する。図示の例では、どの可動部も回転動作するので、可動部aの回転方向e、可動部bの回転方向f、可動部cの回転方向g、可動部dの回転方向hを、表示している。尚、部品Aは溝mを有し、部品Bはこの溝mに嵌まるピンnを有している。

【 0 0 3 3 】

このような初期画面上において、ユーザは、任意の部品間の連動関係を設定する為に、マウス等のポインティングデバイスを用いて、まず、連動関節指定ボタン22をクリックした後、3次元CG表示領域21上で、マウスポインタ（カーソル）を任意の可動部から他の任意の可動部まで移動させる操作（ドラッグ操作）を行うことで（図2のステップS1）、駆動部、従動部を指定する。尚、このような操作に限らず、例えば任意の2つの可動部を順次指定（ダブルクリック等）するように操作してもよい。

【 0 0 3 4 】

システムは、最初に指定した可動部を駆動部、移動先の可動部を従動部と認識し、駆動部、従動部の部品情報（図2では、J1、J2と記す）を取得する（ステップS2）。そして、この取得したデータに基づいて、駆動部の位置から従動部の位置に向かう矢印を表示する（ステップS3）。この矢印は、駆動部、従動部と、これらの連動する動きの伝播する方向を表現するものである。

【 0 0 3 5 】

例えば、部品Aの可動部aから部品Bの可動部bへのドラッグ操作を行った場合には、図4のGUI画面30の3次元CG表示領域31に示す矢印32が追加表示されることになる。尚、ユーザには、この矢印の根元側が駆動部を意味し、この矢印の先側が従動部を意味するものであることを、予め操作マニュアル等で

知らせておく。更に、各可動部 a、b の回転方向 e、f を、それぞれ、強調表示（例えば図 3 では白色表示であったのを、赤色表示にする等）してもよい。尚、後に、この矢印 3 2 上に、幾何学的な拘束条件を説明する文字が表示されるが、現段階では「未定義」と表示されている（これは表示しなくてもよい）。

【0036】

次に、歯車/溝/カムなどの形状によって定まる幾何学的な拘束条件について設定する。まず、ユーザにより動作条件の指定が行われる（ステップ S 4）。これは、GUI 画面 3 0 の「従動部品の動作条件」設定領域 3 3 において選択・指定する。初期状態では「歯車」になっている為、GUI 画面 3 0 の図上右側に示す表示状態となっているが、ここではユーザは「溝/外周に沿った動き」を選択することになるので、GUI 画面は図 5 に示す表示状態となる。

【0037】

図 5 の GUI 画面 4 0 において 3 次元 CG 表示領域 4 1 の内容は変化していない。GUI 画面 4 0 の図上右側に示すように、ユーザが「従動部品の動作条件」設定領域 3 3 において“溝/外周に沿った動き”を選択・指定した場合には、「駆動部品動作範囲」設定領域 4 3、「溝/外周指定」ボタン 4 4、「溝に沿って動く部分」設定領域 4 5 が、表示される。この状態において、まず、ユーザに、「駆動部品動作範囲」設定領域 4 3 の設定を行わせる。つまり、駆動部品の可動範囲（開始位置、終了位置）、及びステップ数を指定させる（ステップ S 5）。

【0038】

尚、可動範囲は、デフォルトでは、予め図 1 8 等で設定・登録してある値が、自動的に初期設定されるので、通常は、ステップ数のみを設定すればよいが、ユーザの判断で可動範囲を設定し直しても良い。

【0039】

システム側では、上記開始位置、終了位置、ステップ数を、各々、変数 min、max、N に代入して、記憶しておく（ステップ S 6）。これらは、後にステップ S 1 2 の処理で用いる。

【0040】

次に、ユーザに、幾何学的な拘束形状の指定を行わせる（ステップ S 7）。

これは、図 5 に示すように、「溝/外周指定」ボタン 4 4 をクリックした後、3 次元 C G 表示領域 4 1 上において、指定すべき溝または外周の近傍にマウス・ポインタを移動させた後、クリックする等の操作を行うことで、指定できる（この例では、溝 m を指定）。

【 0 0 4 1 】

この指定に応じて、詳しくは図 1 3 で説明する処理を行うことで、図 7 に示すように、拘束形状（溝 m の輪郭）を強調表示（ハイライト表示等）する（ステップ S 8）。

【 0 0 4 2 】

尚、図面では（図 7 に限らず、他の図面も同様）、カラーが使えない都合上、ハイライト表示することを、太線で表現するものとする。

続いて、ユーザに、被拘束物の指定を行わせて（ステップ S 9）、この被拘束形状を強調表示（ハイライト表示等）する（ステップ S 1 0）。

【 0 0 4 3 】

この例では、被拘束物は、部品 B に設けられたピン n であるので、図 8 に示すように、ユーザに、「溝に沿って動く部分」設定領域 4 5 において、ピンを指定して、「指定」ボタン 4 6 をクリックする操作を行わせる。この指定に応じて、詳しくは図 1 3 で説明する処理を行うことで、図 8 に示すように、被拘束形状（ピン n の輪郭）も強調表示（ハイライト表示等）する。

【 0 0 4 4 】

以上の設定が完了したら、ユーザは、図 9 に示す「計算」ボタン 4 7 を操作する（ステップ S 1 1）。これに応じて、システムは、駆動部と従動部の連動動作を、溝 m による制約に従って計算する。これは、図 2 のステップ S 1 2 ～ステップ S 1 5 に示すように、まず、ステップ S 6 で取得した \min 、 \max 、 N を用いて、 $d = (\max - \min) \div N$ を算出する。そして、変数 i の初期値を 0 とし、ステップ S 1 3 ～ステップ S 1 5 の処理を実行する毎に $i = i + 1$ （+ 1 インクリメント）し、この処理を $i = N$ になるまで繰り返し実行する。ステップ S 1 3 ～S 1 5 の処理は、駆動部（J 1）を $i \times d$ だけ移動させて（ステップ S 1 3）、被拘束形状の位置計算を行い（ステップ S 1 4）、従動部（J 2）の移

動量を計算する（ステップ S 1 5）だけであり、例えば従来より行われていた干渉チェックアルゴリズムを用いた連動関係の自動計算処理やその他既存の計算処理を実行するだけであるので、特に詳細には説明しない。

【 0 0 4 5 】

以上、連動動作の自動計算処理が完了したら、ユーザは、「設定」ボタン 4 8 を操作する（ステップ S 1 6）。これより、システムは、図 1 2（a）に示すような可動部 a と可動部 b との連動関係テーブルを作成する（ステップ S 1 7）。つまり、可動部 a がどの位置にあるときに可動部 b がどの位置にあるのかを示すテーブルを作成する。更に、図 1 0 に示すように、J 1 から J 2 への矢印 3 2 上に、上記幾何学的な拘束条件を説明する文字（この例では“溝” 4 9）を表示する（ステップ S 1 8）。この文字は、「従動部品の動作条件」設定領域 4 2 における選択に応じて、予め登録されている文字が表示されるものである。

【 0 0 4 6 】

以上説明したように、本システムによれば、他の部品も一緒に表示した状態のまま、各可動部の拘束条件（並進/回転、方向等）や、幾何学的拘束条件、動きの伝播の仕方などが分かり易くなるように表示でき、複雑な機構の動作が直感的に分かり易くなるという効果が得られる。また、簡単な操作（上記ドラッグ操作等）により、連動関係定義対象（駆動部、従動部）を指定することができる。

【 0 0 4 7 】

以上で可動部 a - b 間の連動関係の設定は完了する。更に、他の連動関係を設定したい場合には、ステップ S 1 から同様の処理を実行していけばよい。例えば、更に、可動部 b と可動部 c との連動関係の設定を行うと、図 1 1 に示すような表示内容となる。

【 0 0 4 8 】

図 1 1 に示す通り、可動部 b から可動部 c への矢印 5 2 と、幾何学的な拘束条件を説明する文字（この場合は“歯車”）が表示されるが、尚且つ、可動部 a から可動部 b への矢印 3 2 と“溝”の表示は、そのまま残されている。

【 0 0 4 9 】

このように表示することで、可動部 a の拘束条件（回転）から幾何学的な拘束

条件「溝」に従って可動部 b が連動動作（回転）し、更にこの可動部 b の動作から幾何学的な拘束条件「歯車」に従って可動部 c が連動動作するというような、3 つ以上の部品の連動関係が、ユーザにとって理解し易くなる。特に、この例より更に複雑な形状/連動関係を有する機構の場合、この効果は顕著なものとなる。

【 0 0 5 0 】

尚、可動部 b と可動部 c との連動関係テーブルも、図 1 2 （b）に示すように作成され、記憶される。

次に、以下に、上記ステップ S 8 または S 9 の処理、すなわち幾何学的な拘束を規定している形状（拘束形状、被拘束形状）をハイライト表示する処理について、図 1 3、図 1 4 を参照して、詳細に説明する。

【 0 0 5 1 】

例えば、図 7 で説明したような部品 A の溝 m の形状をハイライト表示する為には、この溝 m の形状を示す輪郭線を抽出する必要がある。つまり、元々、各部品の形状データは、図 1 4 （a）に示すように、そのオブジェクト形状の表面を構成する多数の三角形のデータ群より成る。よって、各部品の形状の 3 次元 C G は、実際には図 1 4 （b）に示すように、そのオブジェクト形状の表面を表す多数の三角形（三角パッチ）により表わされる。よって、ユーザにとっては視覚的に溝 m の形状が認識できるが、システム内部のデータとしては、溝 m の形状自体を示すデータを保持しているわけではないので、溝形状をハイライト表示する為には、溝 m の輪郭形状を示すデータを抽出する必要がある。

【 0 0 5 2 】

以下、図 1 4 （b）に示す例を参照しながら、図 1 3 の処理について説明する。

まず、ユーザは、図 6 で説明したように、マウス等により溝 m の近傍の任意の位置を指定する。ここでは、図 1 4 （b）に示す座標 P が指定されたものとする。

【 0 0 5 3 】

これより、システムは、まず、そのオブジェクト形状（部品 A）の表面を表す

三角形の集合（S 1）を取得する（ステップ S 2 2）。例えば、サイコロを例にすると、そのオブジェクト形状の表面を表す三角形の集合（S 1）とは、‘1’の面の表面を表す全ての三角形、‘2’の面の表面を表す全ての三角形、・・・、‘6’の面の表面を表す全ての三角形、という全ての三角形を意味する。

【 0 0 5 4 】

次に、この三角形の集合（S 1）の中から、上記ユーザにより指定された座標 P の位置にある三角形（T）を取得する（ステップ S 2 3）。これは、図 1 4 （b）の例では斜線で示す三角形である。

【 0 0 5 5 】

続いて、上記三角形の集合（S 1）の中から、三角形（T）と同一平面上にある三角形を抽出し、これを三角形の集合（S 2）とする（サイコロの例でいえば、例えば座標 P が‘2’の面にあった場合は、‘2’の面の表面を表す全ての三角形を抽出する）。図 1 4 （b）には、この集合（S 2）に含まれる全ての三角形を示している。

【 0 0 5 6 】

そして、この集合（S 2）に含まれる全ての三角形の各辺のデータに基づいて、共有されていない辺を抽出し、この辺の集合（S 3）を作成する（ステップ S 2 5）。共有されていない辺の集合（S 3）は、図 1 4 （b）の例では、実線で示す各辺である。逆に共有されている辺とは、図 1 4 （b）において点線で示す辺であり、つまり、2つの三角形で共有されている辺のことである。

【 0 0 5 7 】

続いて、集合（S 3）の各辺を、連結可能なもの同士を連結することで多角形を構成する。連結可能なものとは、頂点を共有する（同一の頂点座標を持つ）2つの辺のことである。これにより、図 1 4 （b）の例では、外周を示す多角形 P F と、溝 m を示す多角形 P G が作成される（ステップ S 2 6）。

【 0 0 5 8 】

そして、ステップ S 2 6 で作成された各多角形の中で、ステップ S 2 1 で指定された座標 P に最も近い多角形を判定し（この例では、溝 m を示す多角形 P G）、この多角形 P G のデータ（連結された辺のデータ）を取得・保存する（ステッ

ブ S 2 7)。

【 0 0 5 9 】

後は、以上の処理により得られた多角形 P G を、ハイライト表示すればよい（ステップ S 2 8）。

図 1 5 は、上記機構モデルシミュレータを実現するコンピュータのハードウェア構成の一例を示す図である。

【 0 0 6 0 】

図 1 5 に示すコンピュータ 6 0 は、CPU 6 1、メモリ 6 2、入力装置 6 3、出力装置 6 4、外部記憶装置 6 5、媒体駆動装置 6 6、ネットワーク接続装置 6 7 等を有し、これらがバス 6 8 に接続された構成となっている。同図に示す構成は一例であり、これに限るものではない。

【 0 0 6 1 】

CPU 6 1 は、当該コンピュータ 6 0 全体を制御する中央処理装置である。

メモリ 6 2 は、プログラム実行、データ更新等の際に、外部記憶装置 6 5（あるいは可搬記録媒体 6 9）に記憶されているプログラムあるいはデータを一時的に格納する RAM 等のメモリである。CPU 6 1 は、メモリ 6 2 に読み出したプログラム／データを用いて、上述した各種処理を実行する。

【 0 0 6 2 】

入力装置 6 3 は、例えばキーボード、マウス、タッチパネル等である。

出力装置 6 4 は、例えばディスプレイ、プリンタ等である。

外部記憶装置 6 5 は、例えばハードディスク装置等であり、上記各種機能を実現させる為のプログラム／データ等（例えば図 2、図 1 3 に示す各処理をコンピュータに実行させるプログラム、図 1 7 に示すデータ等）が格納されている。また、当該プログラム／データ等は、可搬記録媒体 6 9 に記憶されており、媒体駆動装置 6 6 が、可搬記録媒体 6 9 に記憶されているプログラム／データ等を読み出して、上記各種処理をコンピュータ 6 0 に実行させるようにしてもよい。可搬記録媒体 6 9 は、例えば、FD（フレキシブルディスク）、CD-ROM、その他、DVD、光磁気ディスク等である。

【 0 0 6 3 】

ネットワーク接続装置 6 7 は、ネットワーク（インターネット等）に接続して、外部の情報処理装置とプログラム／データ等の送受信を可能にする構成である。

【 0 0 6 4 】

図 1 6 は、上記プログラムを記録した記録媒体又はプログラムのダウンロードの一例を示す図である。

図示のように、上記本発明の機能を実現するプログラム／データが記憶されている可搬記録媒体 6 9 を情報処理装置 6 0 の本体に挿入する等して、当該プログラム／データを読み出してメモリ 6 2 に格納し実行するものであってもよいし、また、上記プログラム／データは、ネットワーク接続装置 6 7 により接続しているネットワーク 7 3（インターネット等）を介して、外部のプログラム／データ提供者側のサーバ 7 0 に記憶されているプログラム／データ 7 1 をダウンロードするものであってもよい。

【 0 0 6 5 】

また、本発明は、装置／方法に限らず、上記プログラム／データを格納した記録媒体（可搬記録媒体 6 9 等）自体として構成することもできるし、これらプログラム自体として構成することもできる。

【 0 0 6 6 】

（付記 1） 各部品の 3 次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報とを格納する部品情報記憶手段と、

該部品情報記憶手段の格納内容に基づいて、各部品の 3 次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示し、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させることにより駆動部と該駆動部と連動する従動部とを指定させるユーザ・インタフェース手段と、

を有することを特徴とする機構モデルシミュレータ。

【 0 0 6 7 】

（付記 2） 前記ユーザ・インタフェース手段は、更に、前記各可動部の拘束条件と、前記連動する動きの伝播する方向とを表示することを特徴とする付記 1 記載の機構モデルシミュレータ。

【 0 0 6 8 】

(付記 3) 前記ユーザ・インタフェース手段は、更に、幾何学的拘束条件を指定させ、該幾何学的拘束条件を表示すると共に、該指定された幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示することを特徴とする付記 1 または 2 記載の機構モデルシミュレータ。

【 0 0 6 9 】

(付記 4) コンピュータに、

予め格納されている各部品の 3 次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報とに基づいて、各部品の 3 次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示し、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させることにより駆動部と該駆動部と連動する従動部とを指定させる機能を実現させるためのプログラム。

【 0 0 7 0 】

(付記 5) 前記各可動部の拘束条件と前記連動する動きの伝播する方向とを表示する機能、あるいは前記幾何学的拘束条件を指定させ、該指定された幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示する機能、

を更に有することを特徴とする付記 4 記載のプログラム。

【 0 0 7 1 】

(付記 6) コンピュータに、

予め格納されている各部品の 3 次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報とに基づいて、各部品の 3 次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示し、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させることにより駆動部と該駆動部と連動する従動部とを指定させる機能を実現させるプログラムを記録した前記コンピュータ読取り可能な記録媒体。

【 0 0 7 2 】

(付記 7) 前記各可動部の拘束条件と前記連動する動きの伝播する方向とを表示する機能、あるいは前記幾何学的拘束条件を指定させ、該指定された幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示する機能、

を更に有することを特徴とする付記 6 記載の記録媒体。

【 0 0 7 3 】

(付記 8) 予め格納されている各部品の 3 次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報とに基づいて、各部品の 3 次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示し、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させることにより駆動部と該駆動部と連動する従動部とを指定させることを特徴とする連動関係設定方法。

【 0 0 7 4 】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明の機構モデルシミュレータ、そのプログラム等によれば、ユーザにとって機構の動作が直感的に分かり易い表示を行い、また駆動部－従動部の指定操作等の操作を行い易くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施の形態による機構モデルシミュレータの機能ブロック図である。

【図 2】

図 1 の機構モデルシミュレータによる処理手順を説明する為のフローチャート図である。

【図 3】

表示される G U I 画面の推移を示す図（その 1）である。

【図 4】

表示される G U I 画面の推移を示す図（その 2）である。

【図 5】

表示される G U I 画面の推移を示す図（その 3）である。

【図 6】

表示される G U I 画面の推移を示す図（その 4）である。

【図 7】

表示される G U I 画面の推移を示す図（その 5）である。

【図 8】

表示される G U I 画面の推移を示す図（その 6）である。

【図 9】

表示される G U I 画面の推移を示す図（その 7）である。

【図 1 0】

表示される G U I 画面の推移を示す図（その 8）である。

【図 1 1】

表示される G U I 画面の推移を示す図（その 9）である。

【図 1 2】

（a）、（b）は、連動関係テーブルの一例を示す図である。

【図 1 3】

幾何学的な拘束を規定している形状をハイライト表示する処理を説明する為のフローチャート図である。

【図 1 4】

（a）は各部品の形状データの一部の詳細を示す図、（b）は形状の表面を表す多数の三角形（三角パッチ）と、これより抽出される溝 m の輪郭を示す図である。

【図 1 5】

機構モデルシミュレータを実現するコンピュータのハードウェア構成の一例を示す図である。

【図 1 6】

プログラムを記録した記録媒体又はプログラムのダウンロードの一例を示す図である。

【図 1 7】

各部品の形状データ等の部品情報の一例を示す図である。

【図 1 8】

可動部の設定を行う際の G U I 画面の推移を示す図（その 1）である。

【図 1 9】

可動部の設定を行う際の G U I 画面の推移を示す図（その 2）である。

【図 2 0】

可動部の設定を行う際の G U I 画面の推移を示す図（その 3）である。

【図 2 1】

可動部の設定を行う際の G U I 画面の推移を示す図（その 4）である。

【図 2 2】

可動部の設定を行う際の G U I 画面の推移を示す図（その 5）である。

【図 2 3】

可動部の設定を行う際の G U I 画面の推移を示す図（その 6）である。

【図 2 4】

可動部の設定を行う際の G U I 画面の推移を示す図（その 7）である。

【図 2 5】

連動関係の設定を行う場合の初期画面である。

【図 2 6】

連動関係の設定を行う際の G U I 画面の推移を示す図（その 1）である。

【図 2 7】

連動関係の設定を行う際の G U I 画面の推移を示す図（その 2）である。

【図 2 8】

連動関係の設定を行う際の G U I 画面の推移を示す図（その 3）である。

【図 2 9】

連動関係の設定を行う際の G U I 画面の推移を示す図（その 4）である。

【符号の説明】

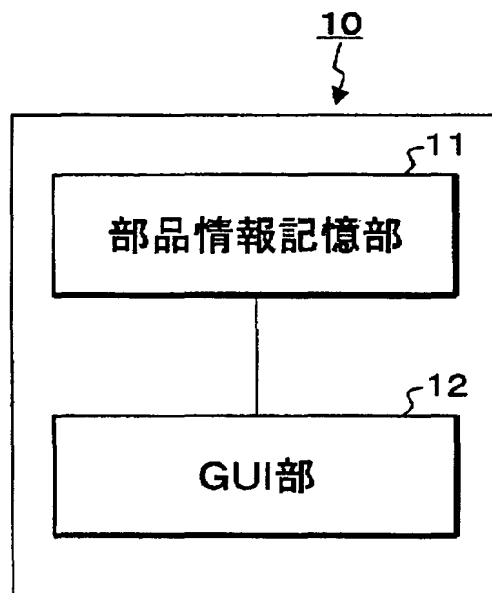
- 1 0 機構モデルシミュレータ
- 1 1 部品情報記憶部
- 1 2 G U I 部
- 2 0 G U I 画面
- 2 1 3 次元 C G 表示領域
- 2 2 連動関節指定ボタン
- 3 0 G U I 画面
- 3 1 3 次元 C G 表示領域
- 3 2 矢印
- 3 3 「従動部品の動作条件」設定領域

- 4 0 G U I 画面
- 4 1 3 次元 C G 表示領域
- 4 2 「従動部品の動作条件」設定領域
- 4 3 「駆動部品動作範囲」設定領域
- 4 4 「溝/外周指定」ボタン
- 4 5 「溝に沿って動く部分」設定領域
- 4 6 「指定」ボタン
- 4 7 「計算」ボタン
- 4 8 「設定」ボタン
- 5 0 G U I 画面
- 5 1 3 次元 C G 表示領域
- 6 0 コンピュータ
- 6 1 C P U
- 6 2 メモリ
- 6 3 入力装置
- 6 4 出力装置
- 6 5 外部記憶装置
- 6 6 媒体駆動装置
- 6 7 ネットワーク接続装置
- 6 8 バス
- 6 9 可搬記録媒体
- 7 0 プログラム／データ提供者側のサーバ
- 7 1 プログラム／データ
- 7 3 ネットワーク

【書類名】 図面

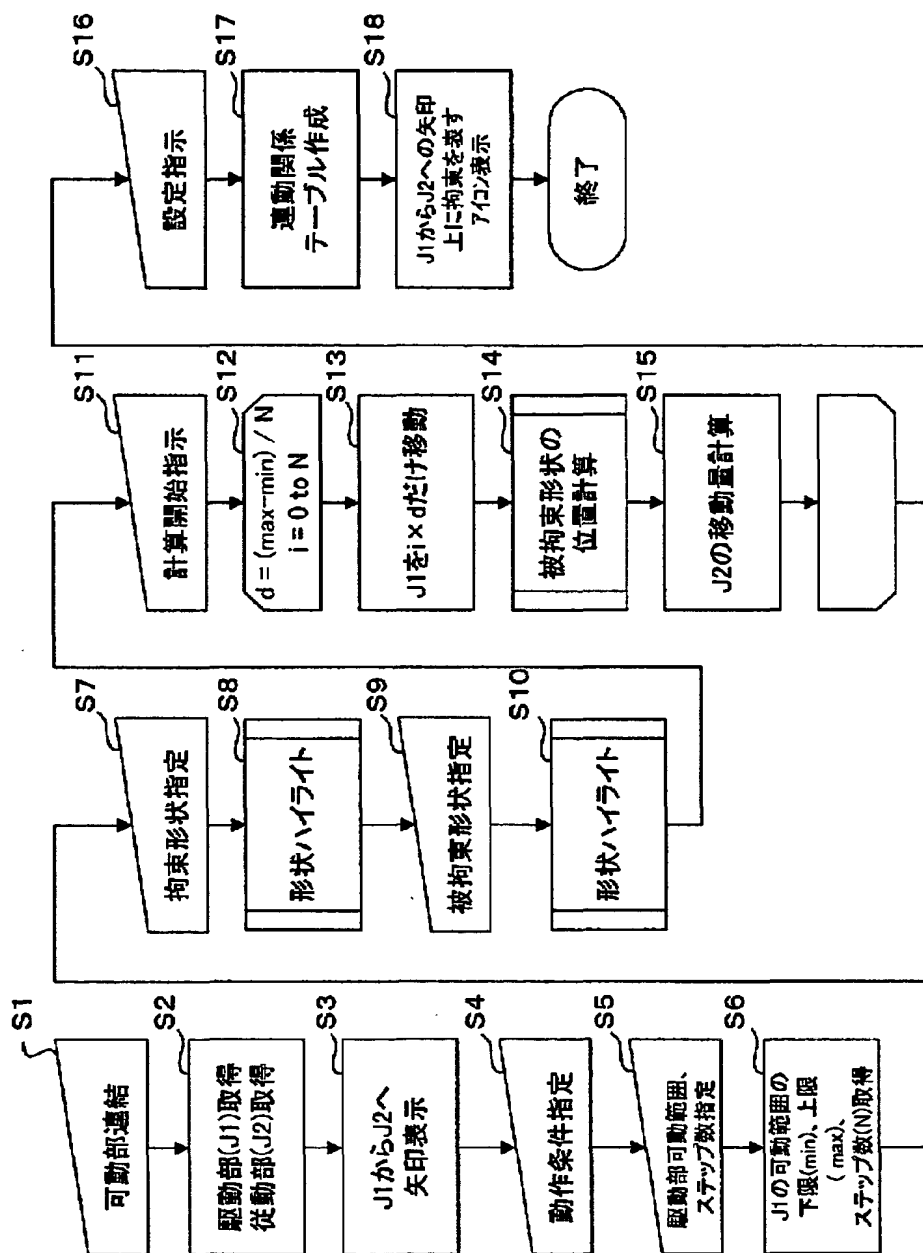
【図 1】

本実施の形態による機構モデルシミュレータの機能ブロック図



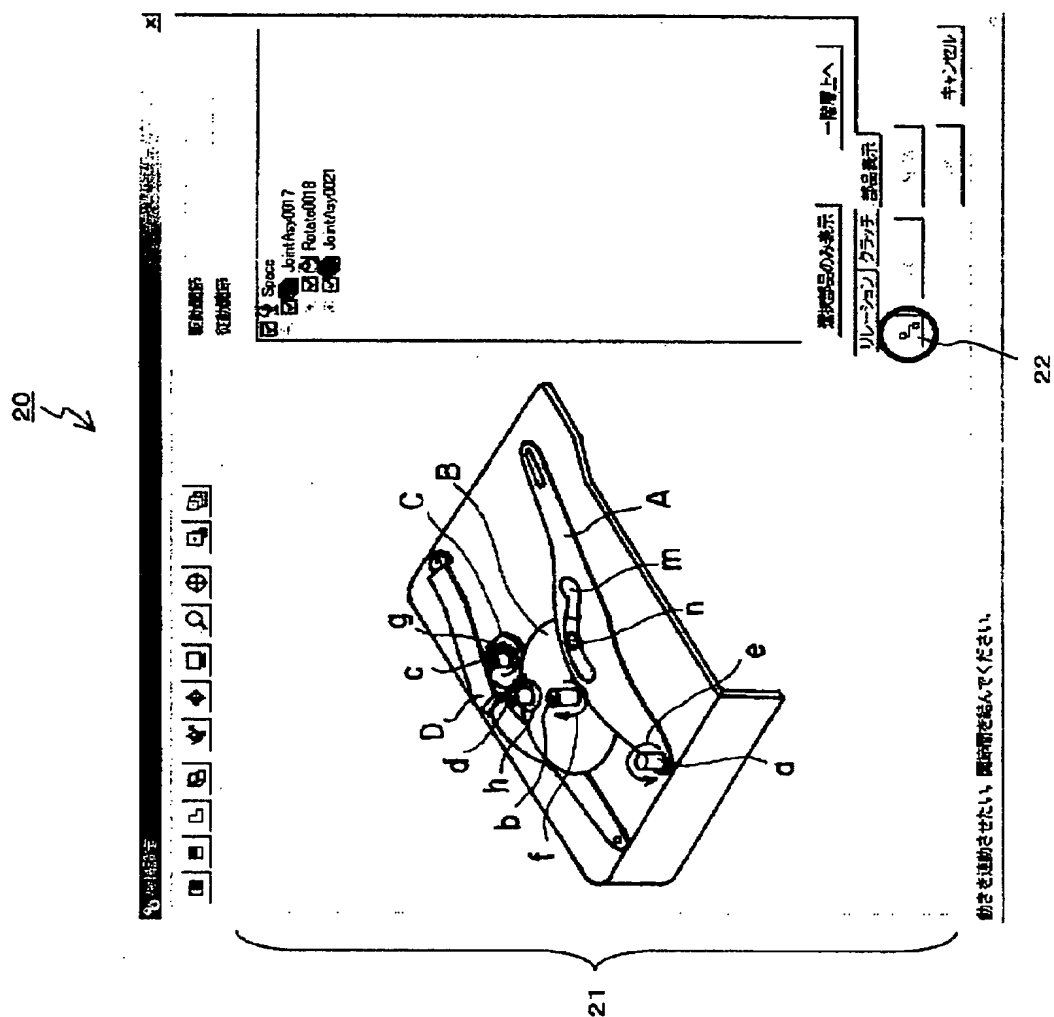
【図 2】

図 1 の機構モデルシミュレータによる処理手順を説明する為のフローチャート図



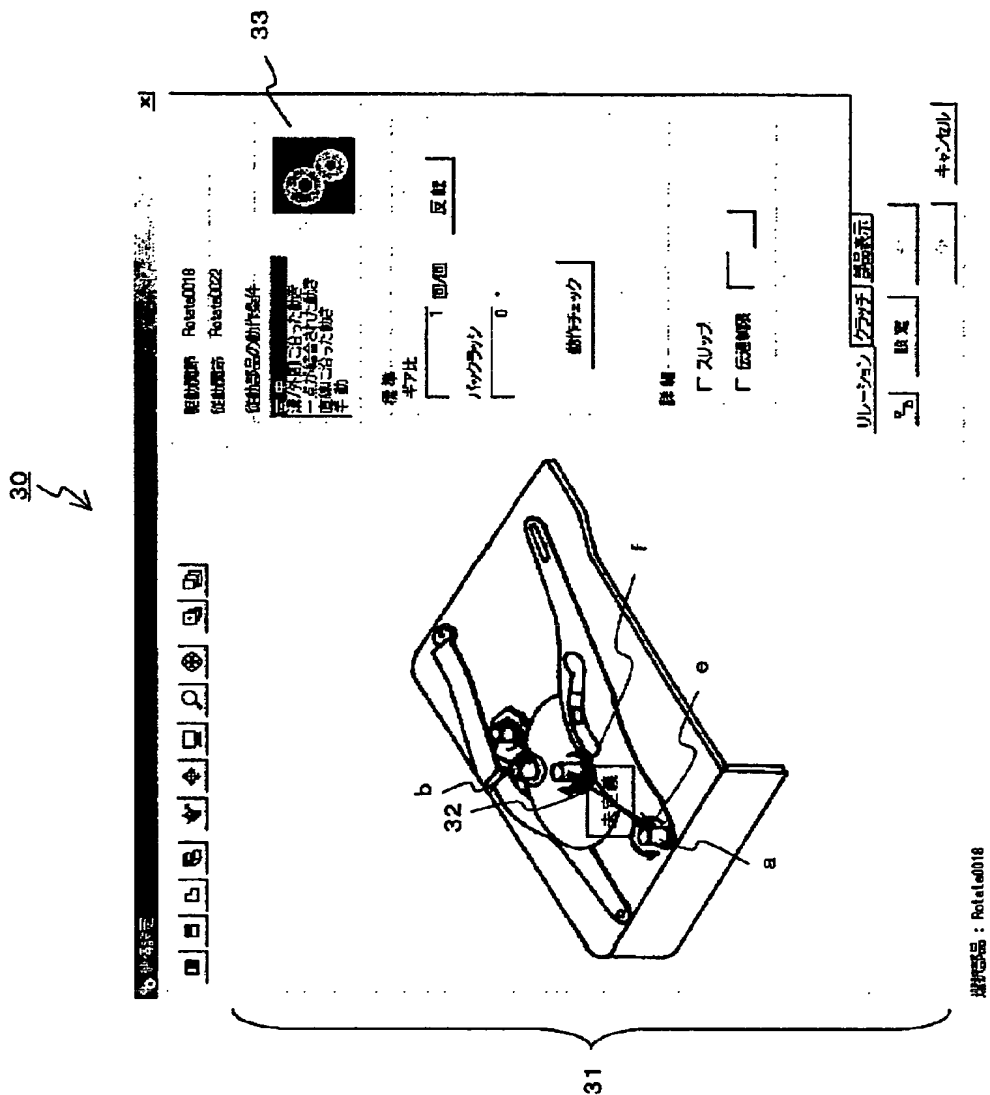
【図 3】

表示されるGUI画面の推移を示す図(その1)



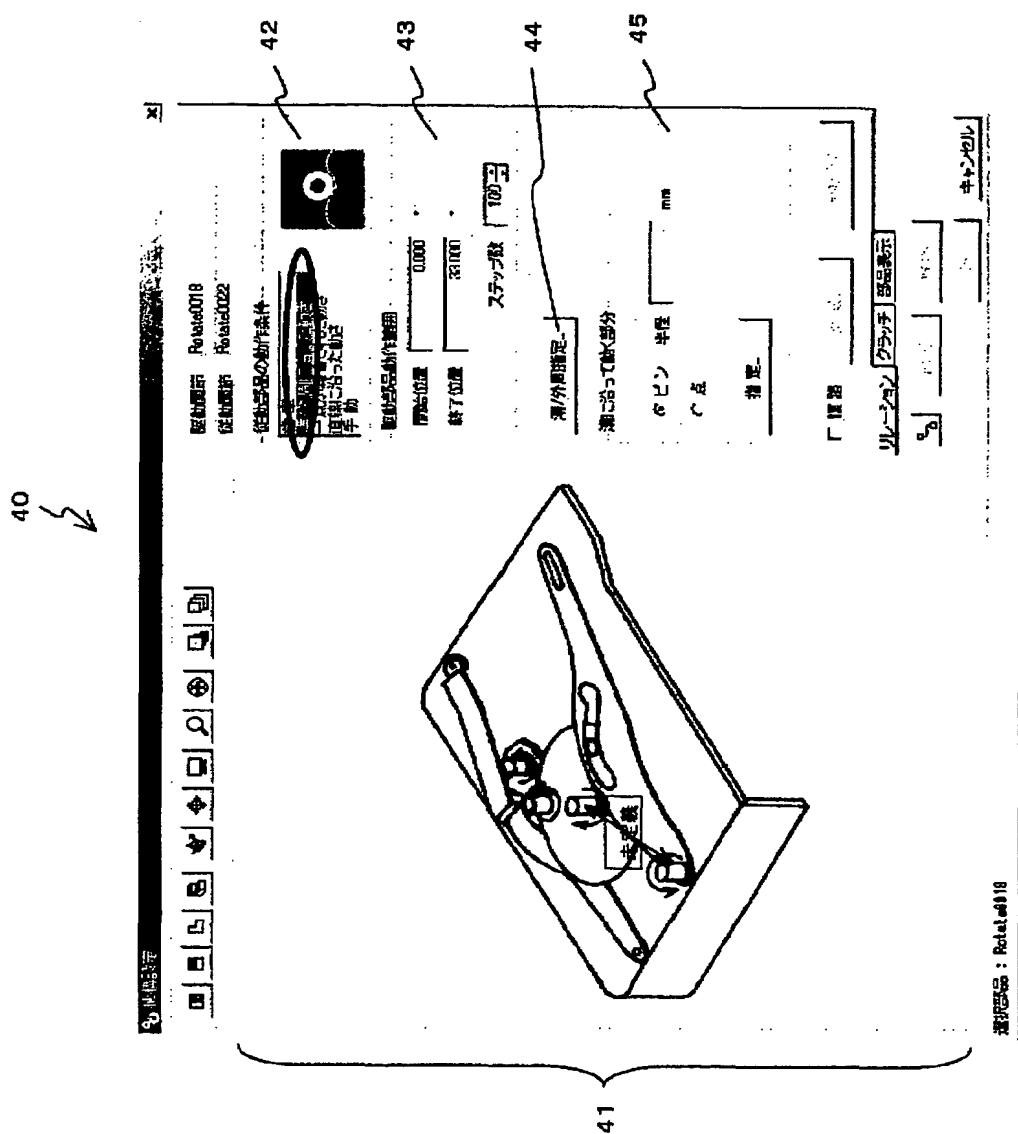
【図 4】

表示されるGUI画面の推移を示す図(その2)



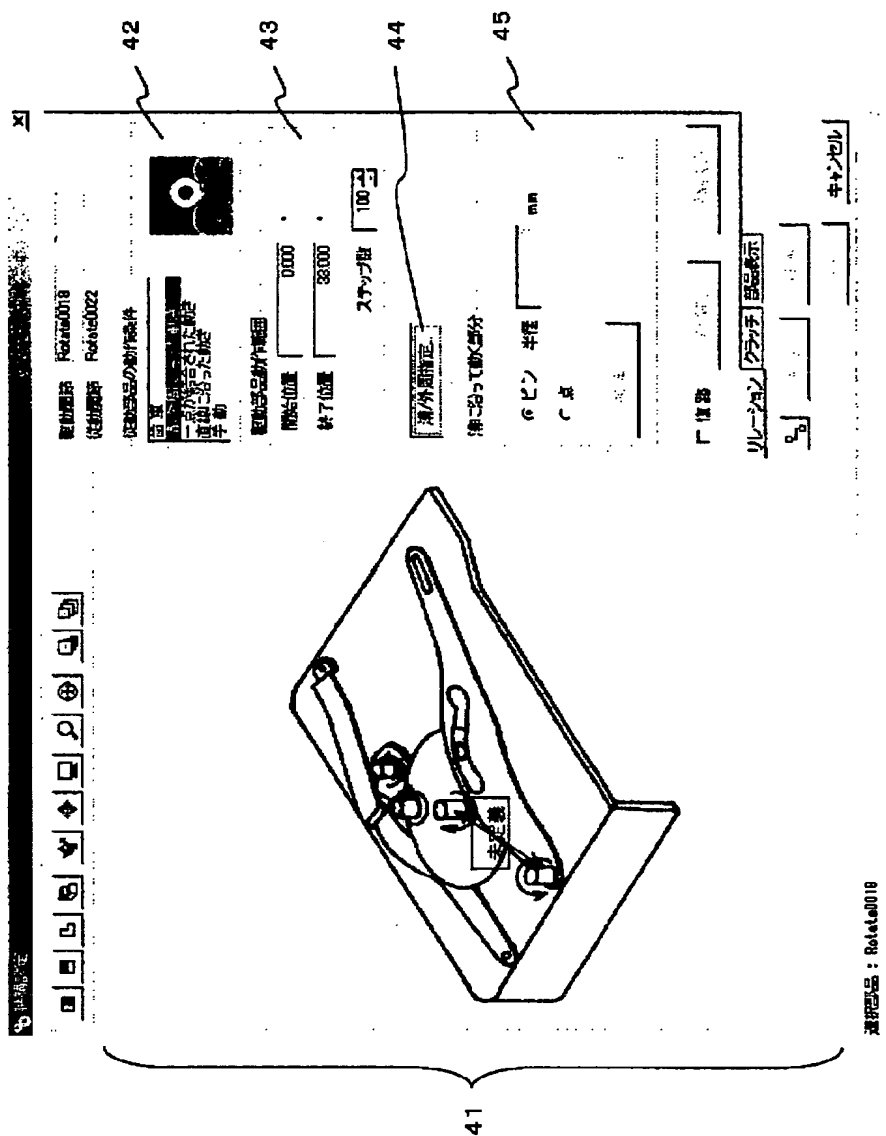
【図 5】

表示されるGUI画面の推移を示す図(その3)



【図 6】

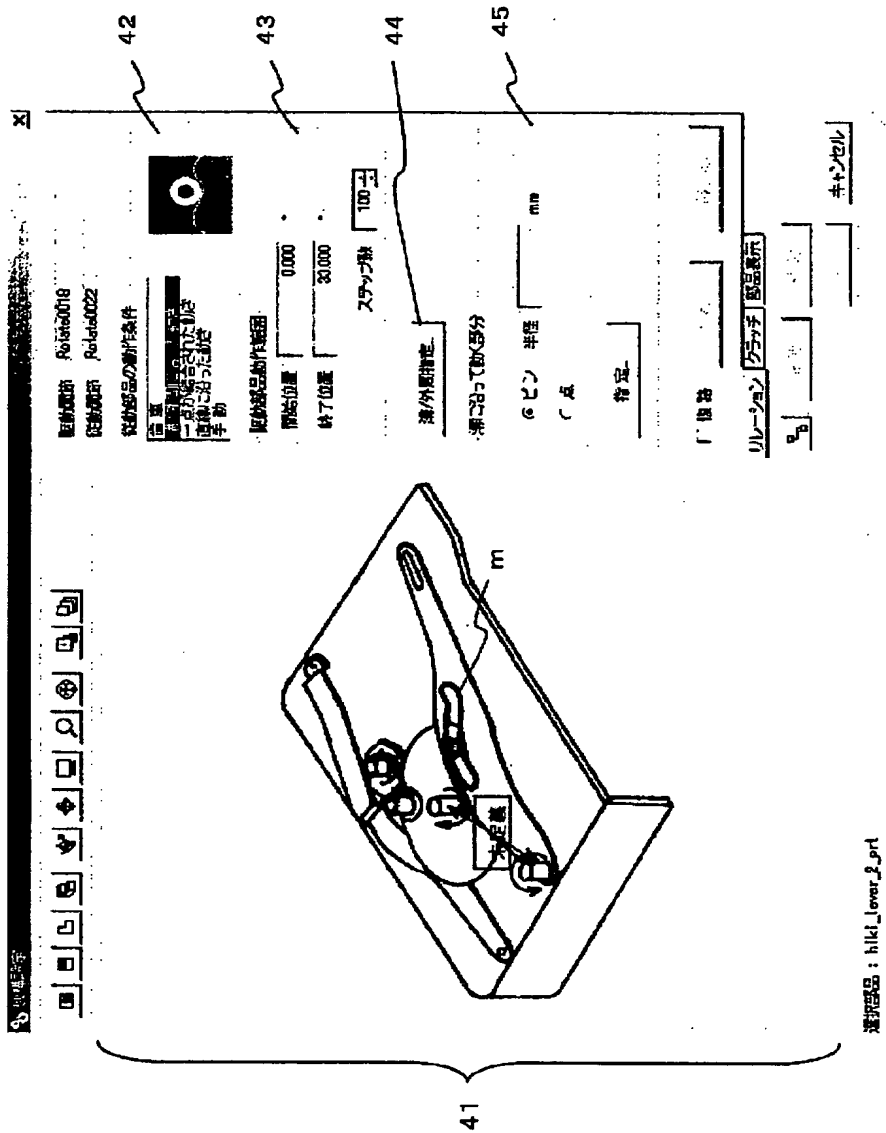
表示されるGUI画面の推移を示す図(その4)



【図 7】

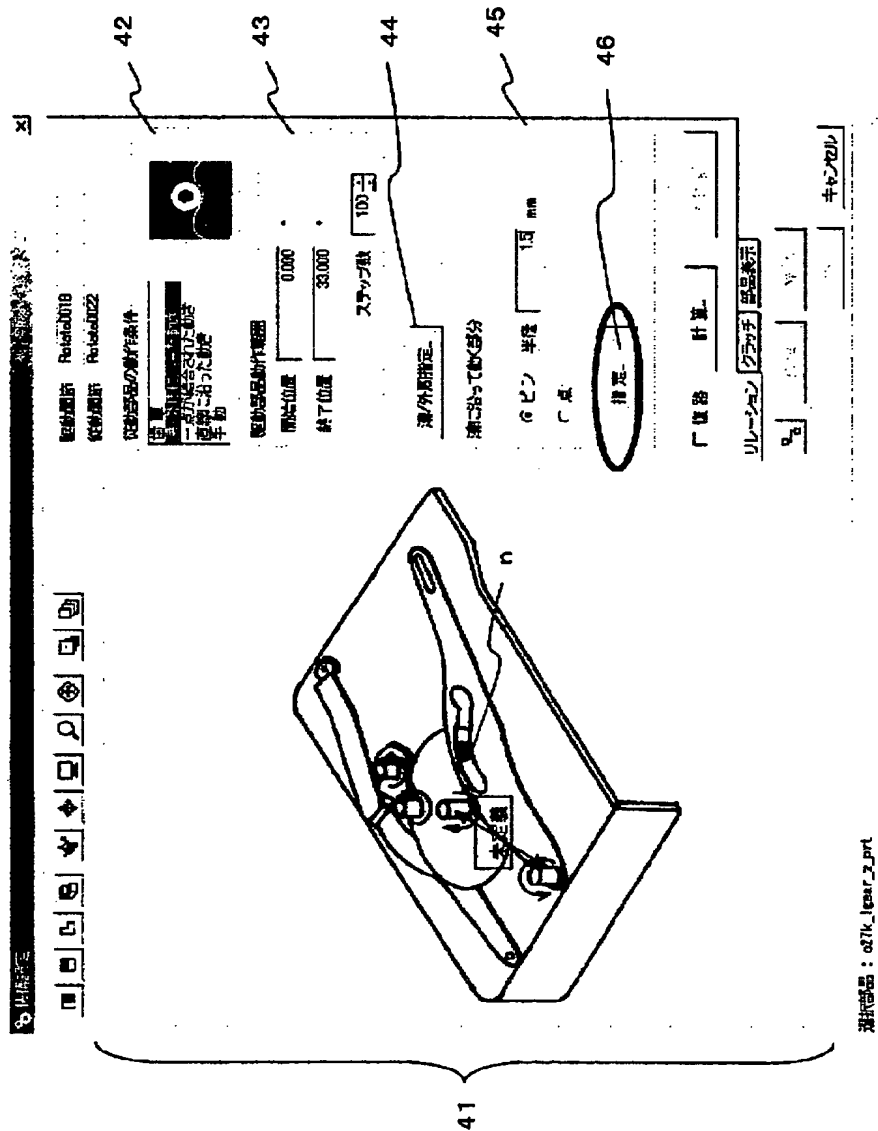
表示されるGUI画面の推移を示す図(その5)

40
↓



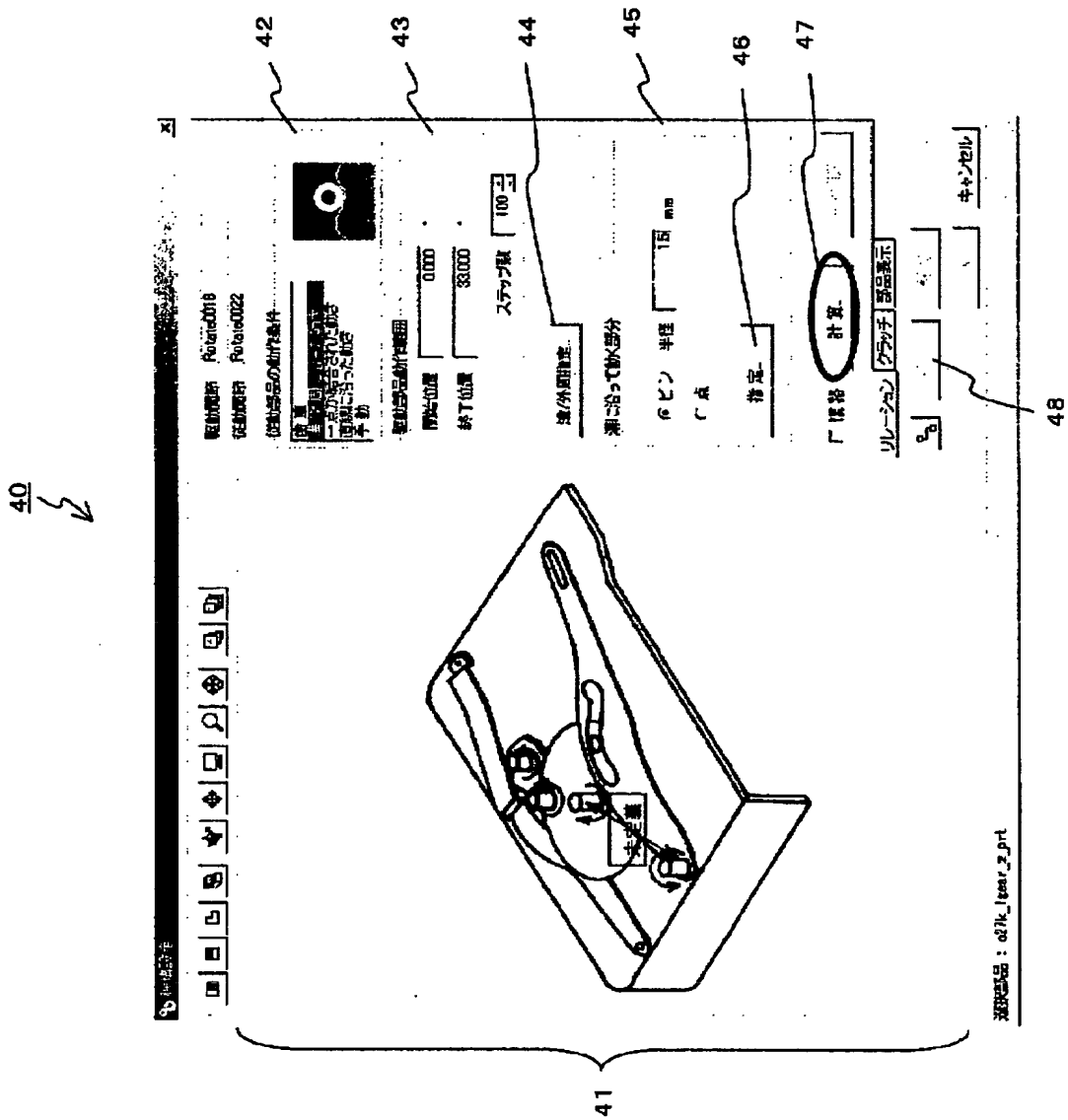
【図8】

表示されるGUI画面の推移を示す図(その6)



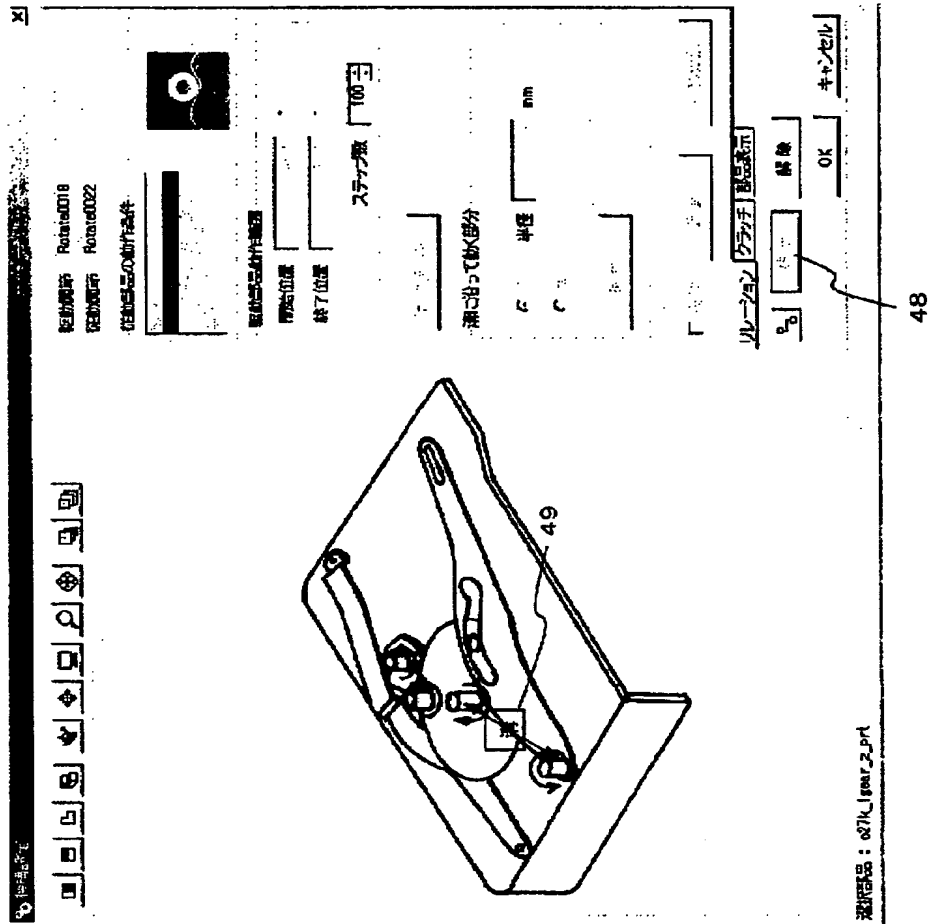
【図 9】

表示されるGUI画面の推移を示す図(その7)



【図 10】

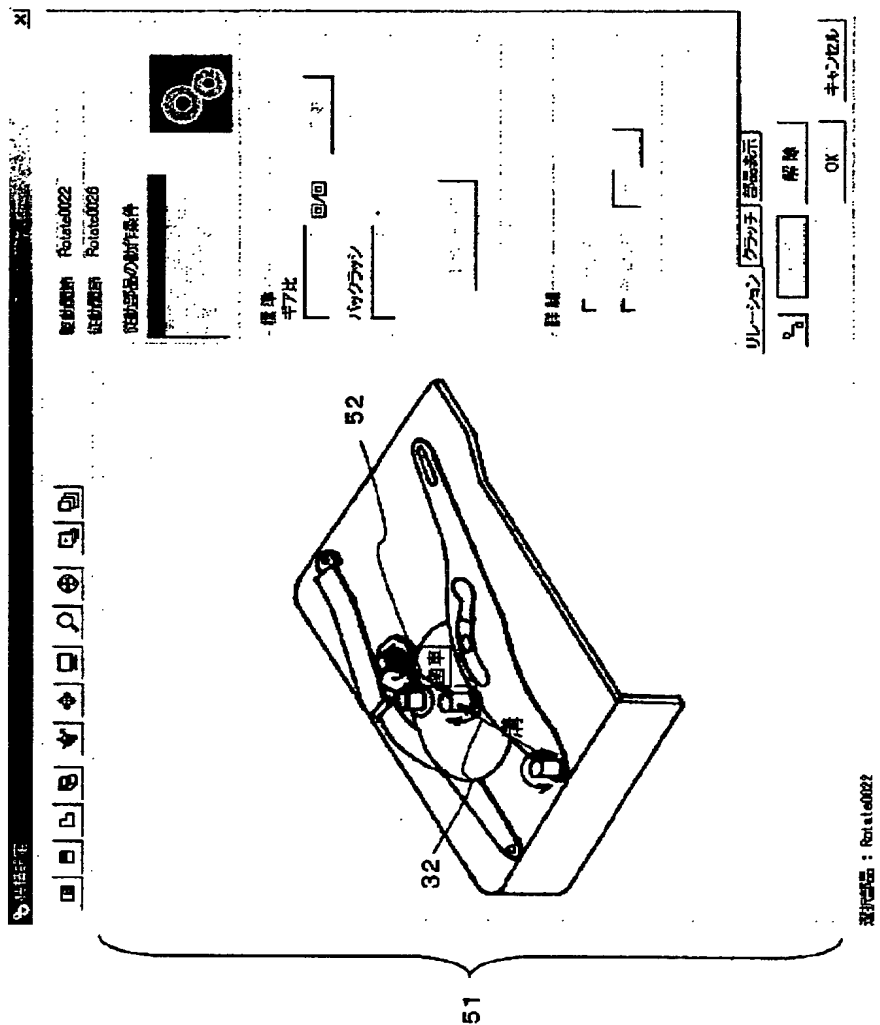
表示されるGUI画面の推移を示す図(その8)



【図 11】

表示されるGUI画面の推移を示す図(その9)

50



【図 1 2】

(a)、(b)は、連動関係テーブルの一例を示す図

可動部a	可動部b
0.00	-0.06
0.01	-0.03
0.02	0.00
0.03	0.03
⋮	⋮

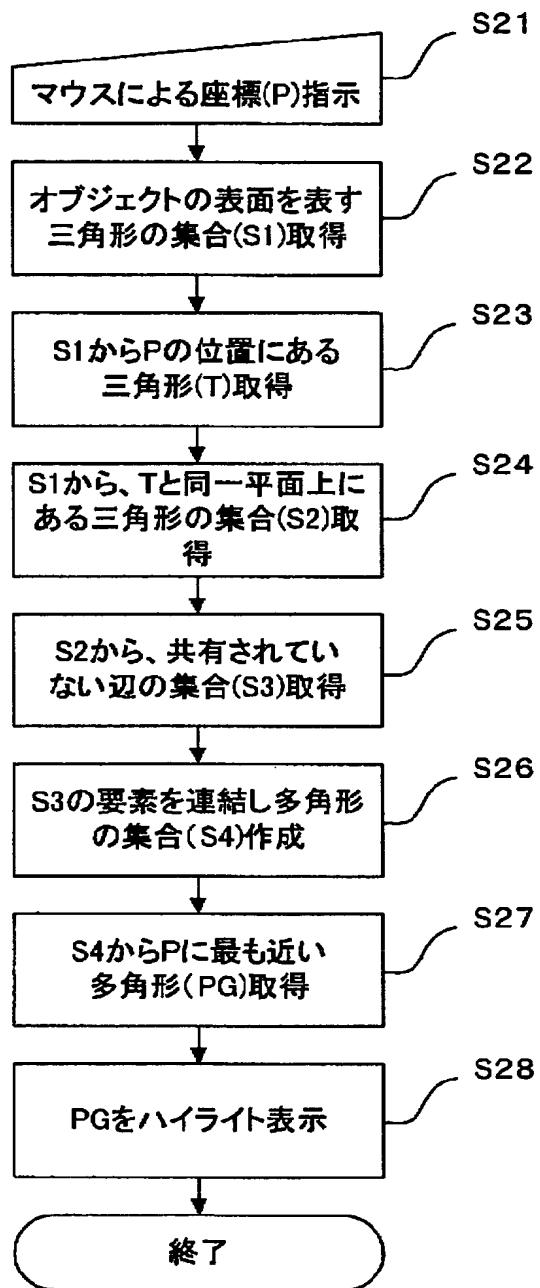
(a)

可動部b	可動部c
0.00	0.00
0.01	0.01
0.02	0.02
0.03	0.03
⋮	⋮

(b)

【図 1 3】

幾何学的な拘束を規定している形状を
ハイライト表示する処理を説明する為のフローチャート図

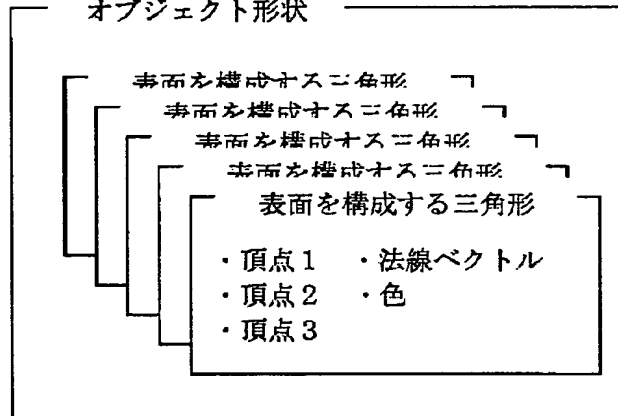


【図 1 4】

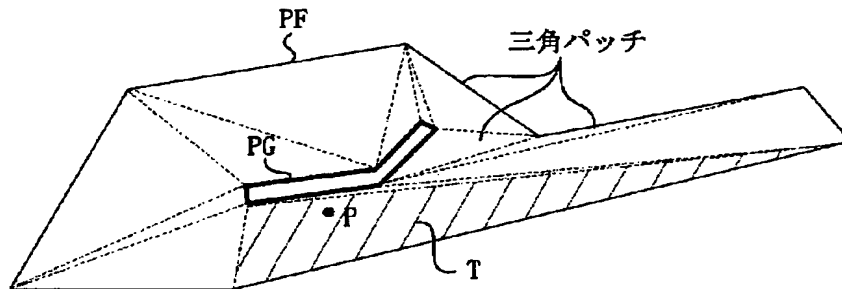
(a)は各部品の形状データの一部の詳細を示す図、(b)は形状の表面を表す多数の三角形(三角パッチ)と、これより抽出される溝mの輪郭を示す図

形状データのデータ構造

オブジェクト形状



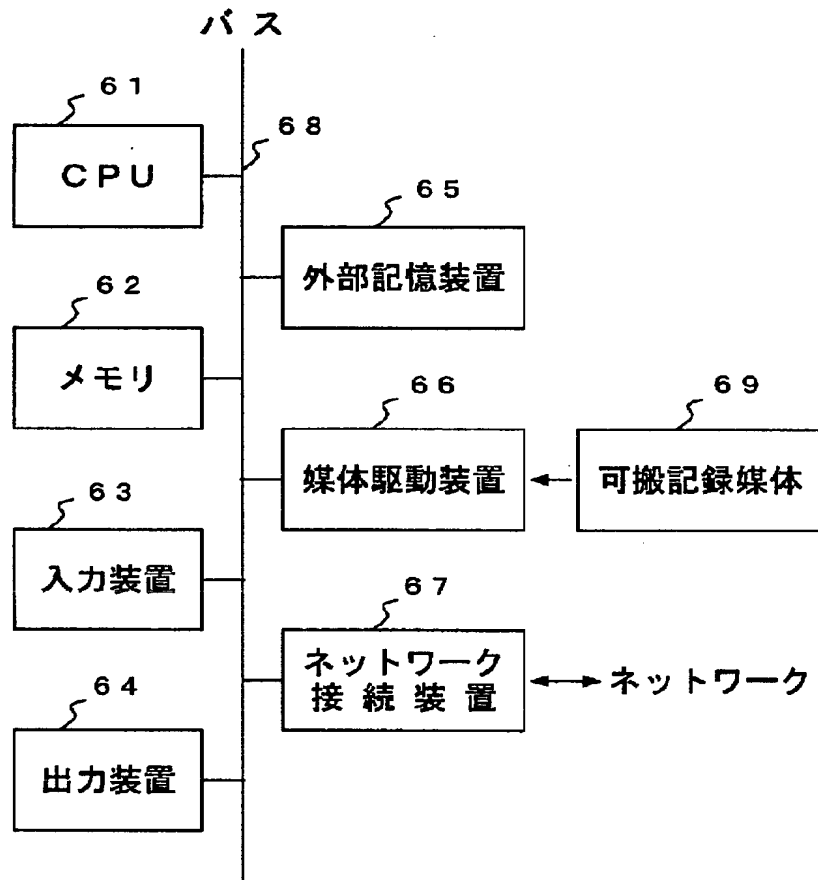
(a)



(b)

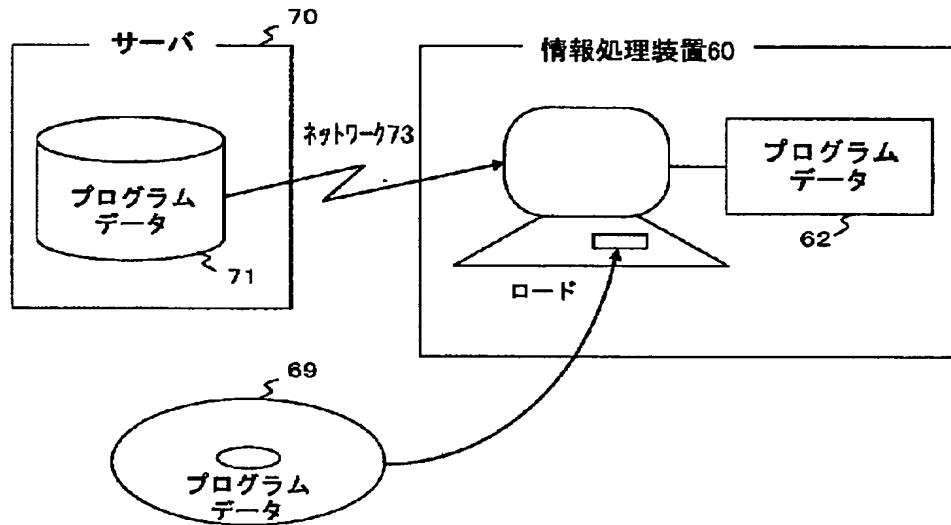
【図 1 5】

機構モデルシミュレータを実現するコンピュータの
ハードウェア構成の一例を示す図



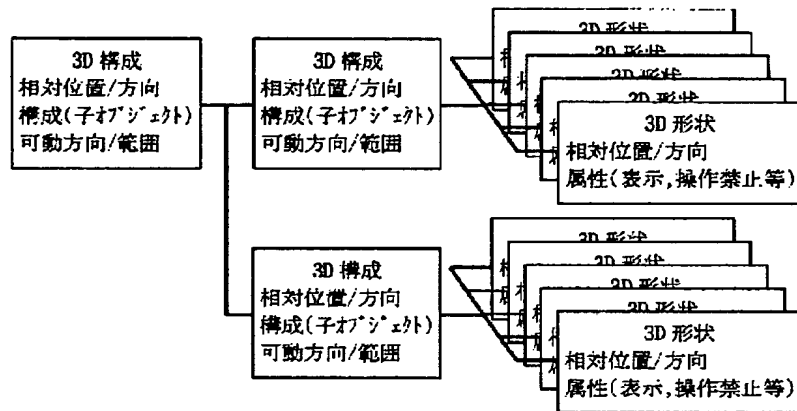
【図 1 6】

プログラムを記録した記録媒体又は
プログラムのダウンロードの一例を示す図



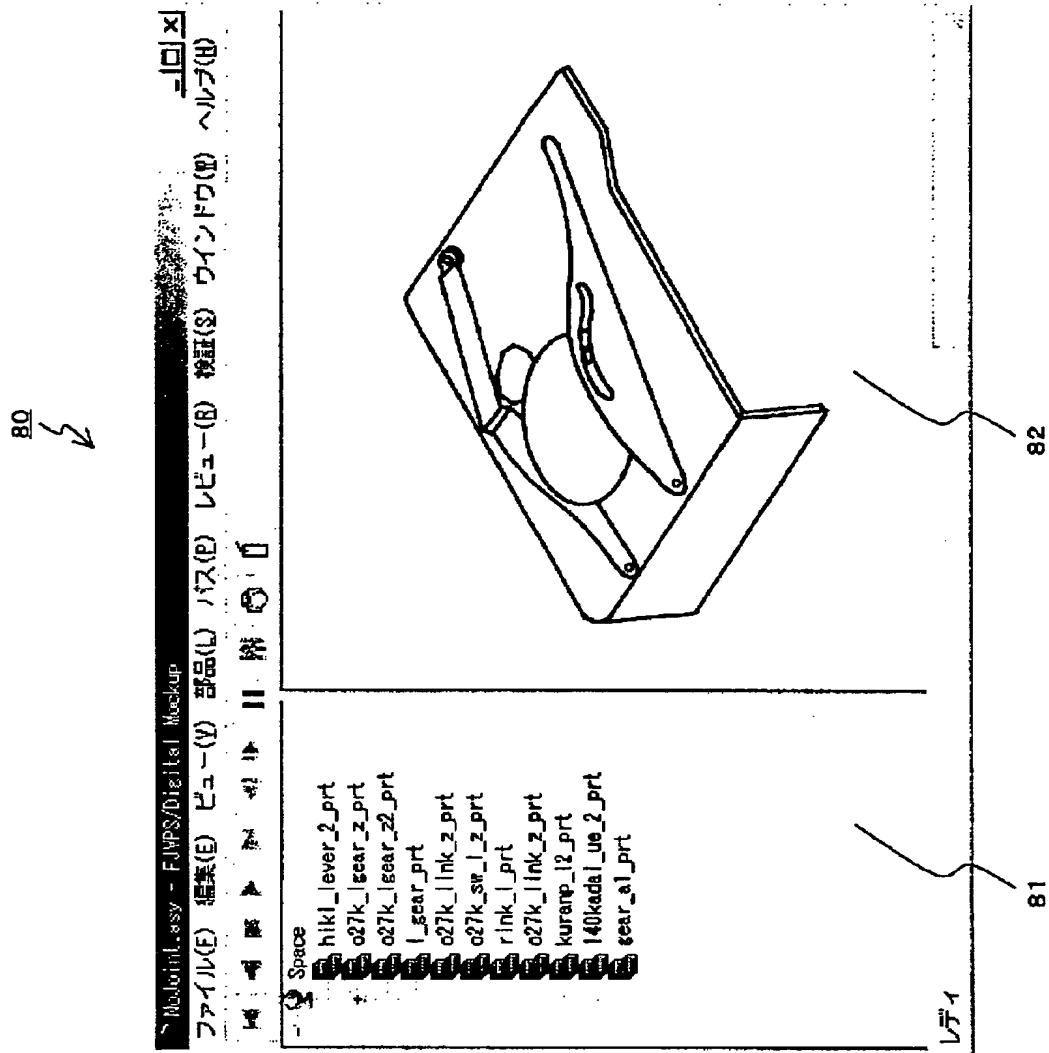
【図 1 7】

各部件の形状データ等の部品情報の一例を示す図



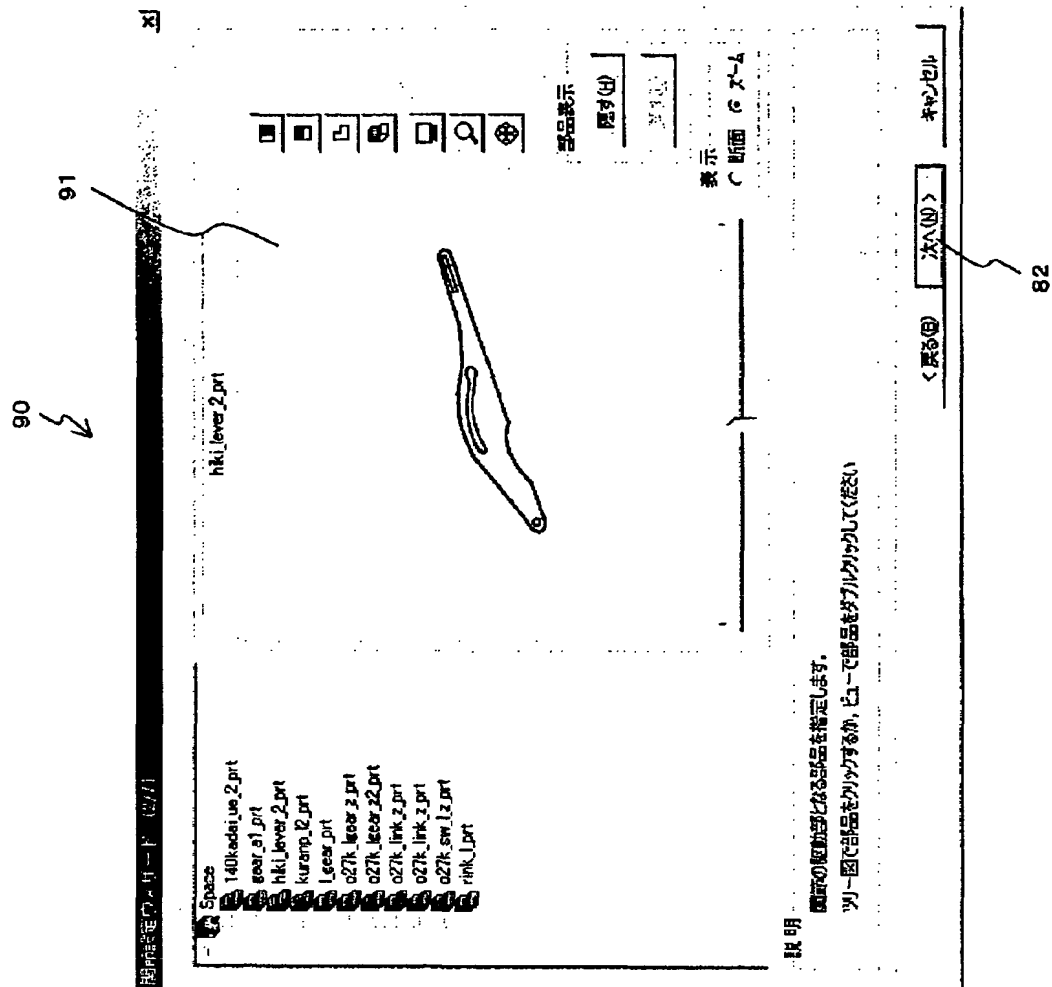
【図 1 8】

可動部の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その1)



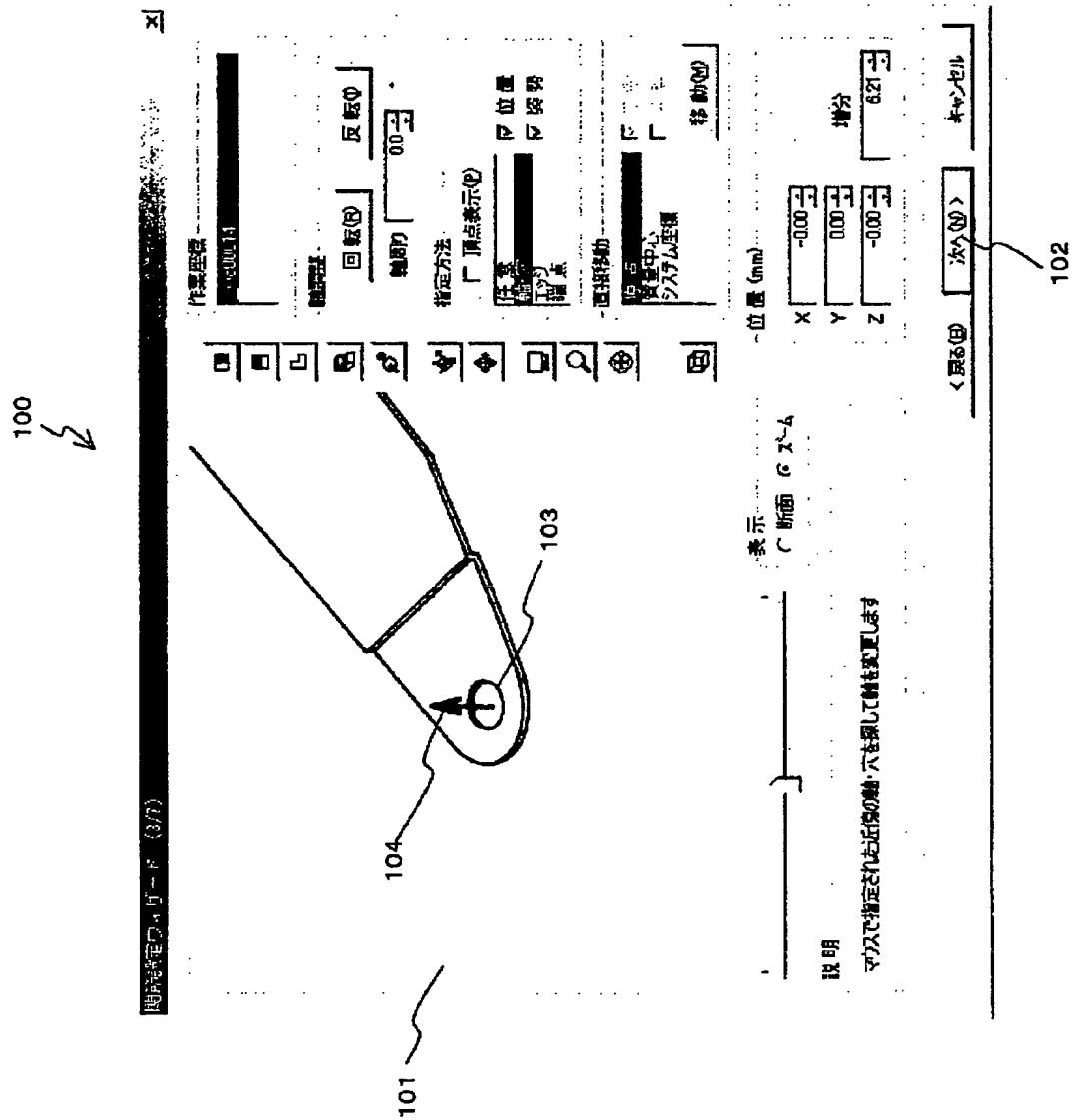
【図19】

可動部の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その2)



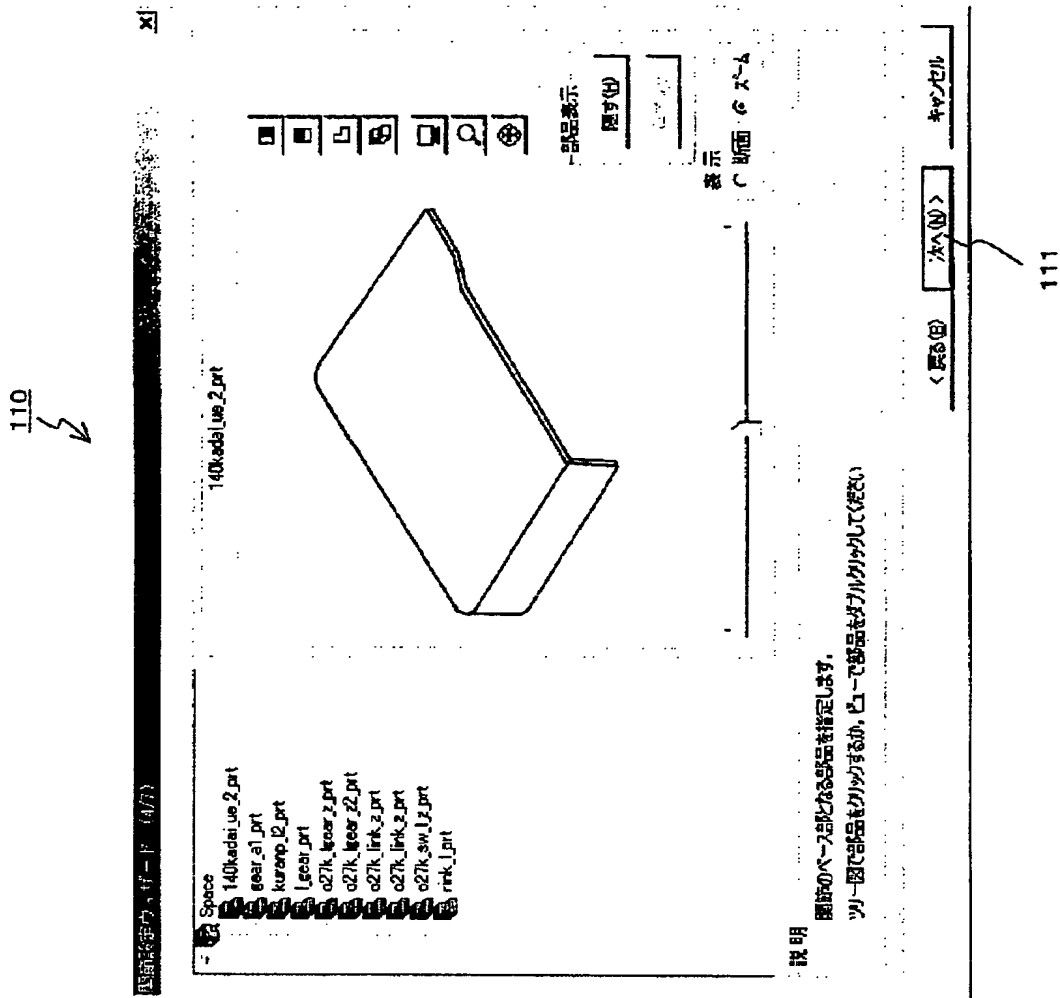
【図 20】

可動部の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その3)



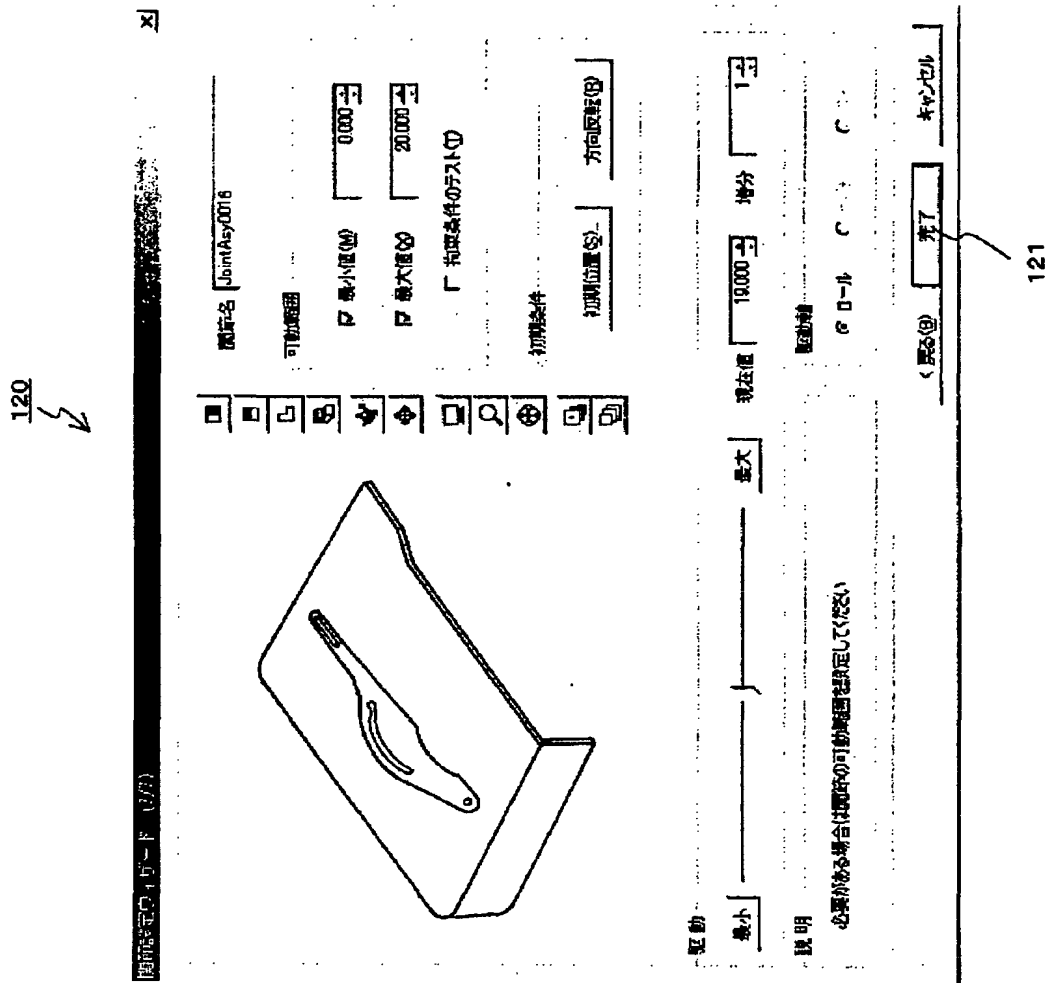
【図 2 1】

可動部の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その4)



【図 22】

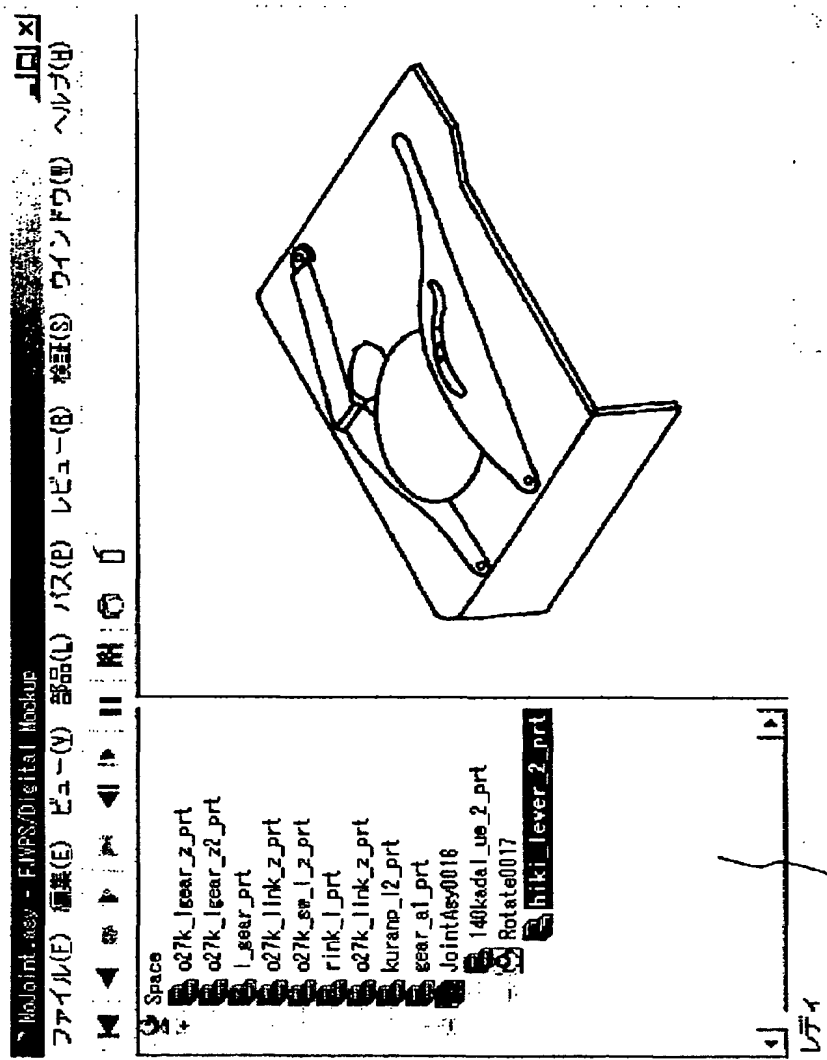
可動部の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その5)



【図 23】

可動部の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その6)

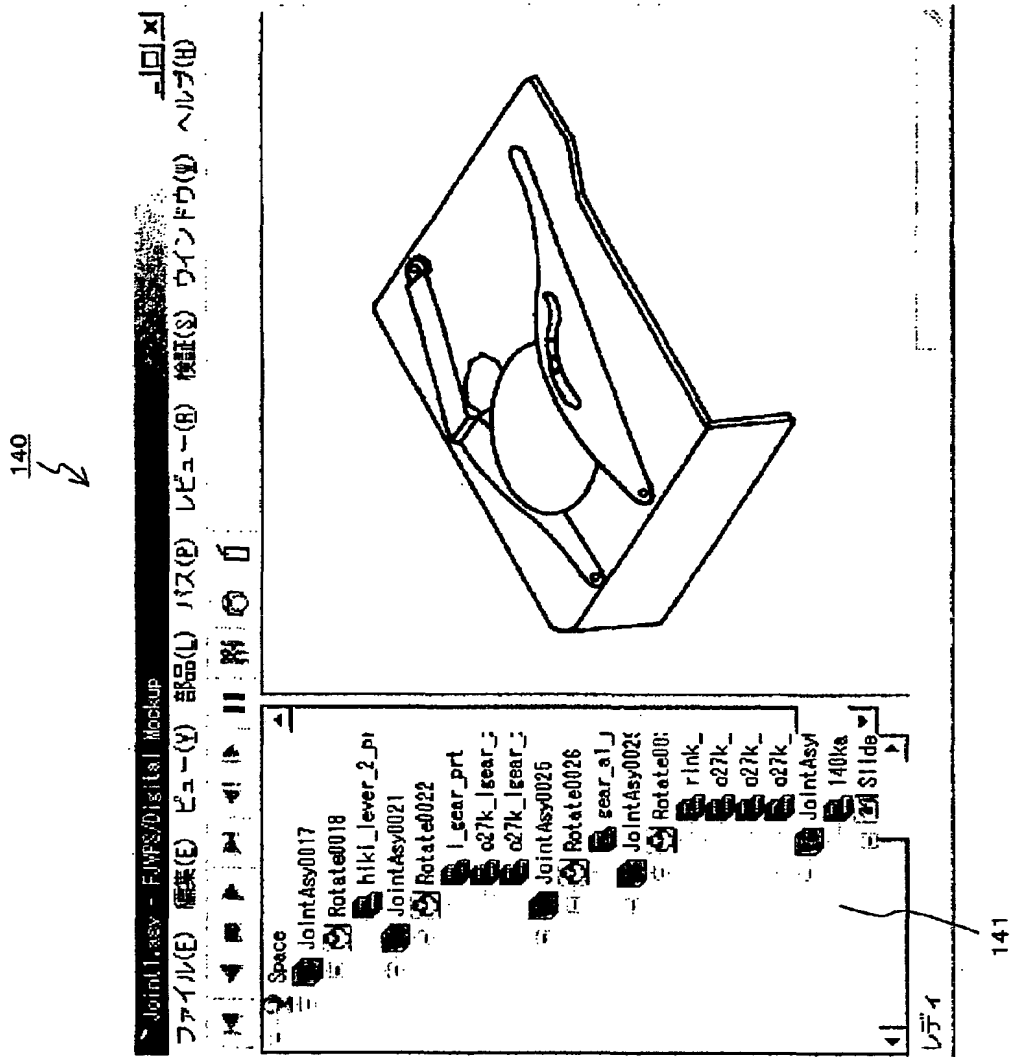
130



131

【図 24】

可動部の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その7)



【図 2 5】

連動関係の設定を行う場合の初期画面

150



リリース・リセット

両方の品出しでリリースの設定を行います

後置

設定したリリースの位置を設定してください



説明

- ＜1＞ 駆動部へ 部品と作動部を接続する 部品を選択します
- ＜2＞ 駆動部品の可動範囲を設定します
- ＜3＞ 画面で選択した作動部の設定をします

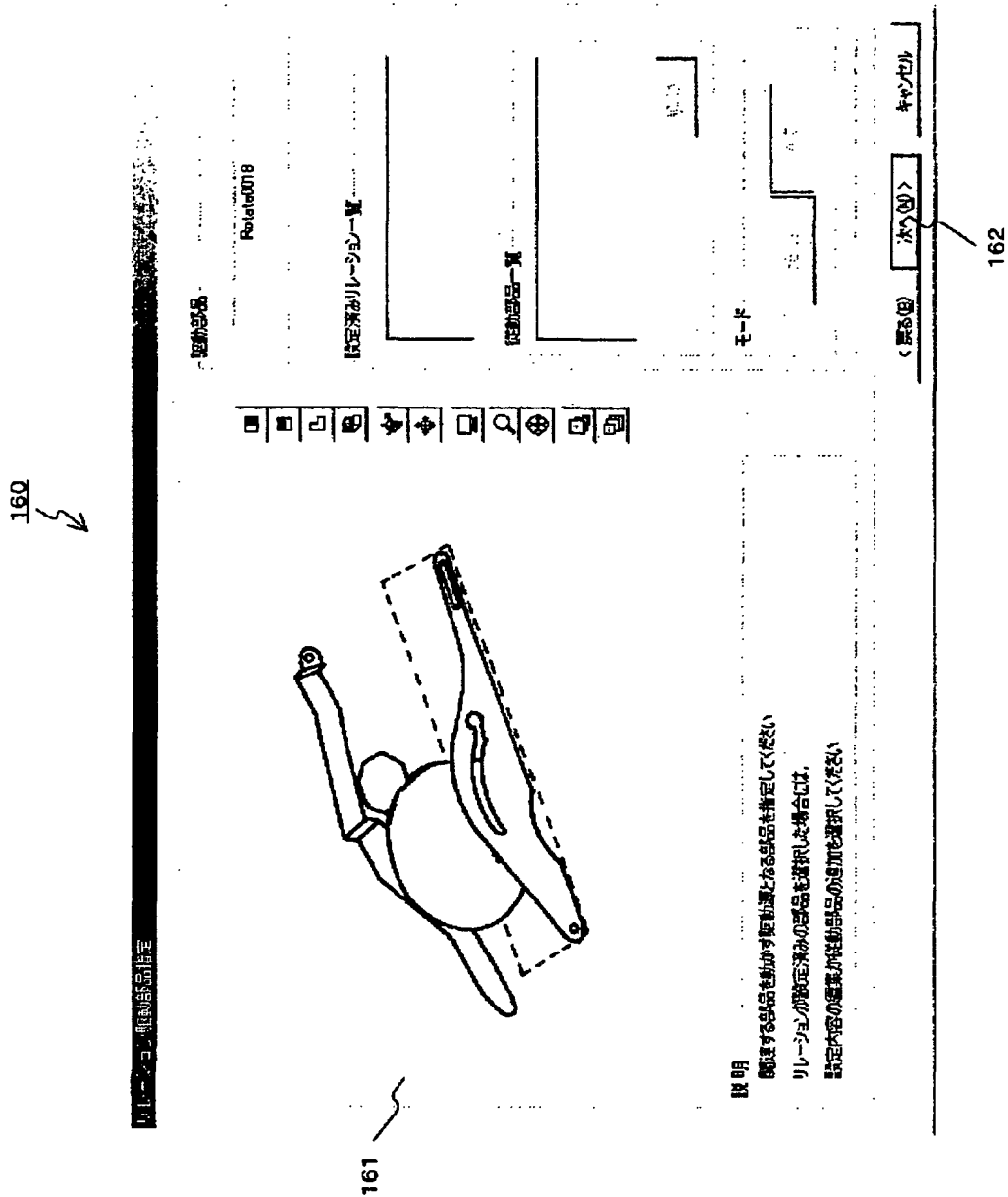
キャンセル

次へ

151

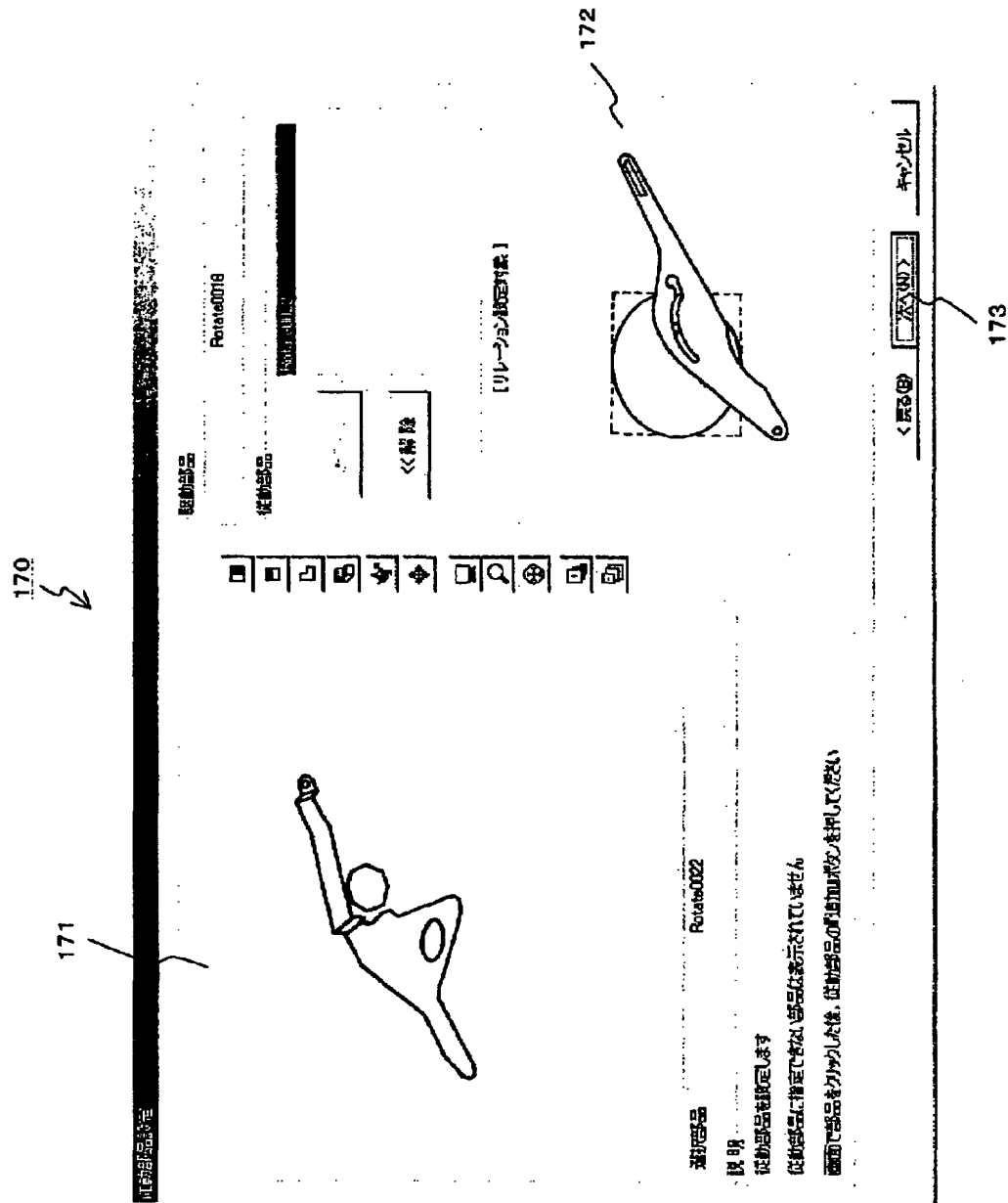
【図 2 6】

連動関係の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その1)



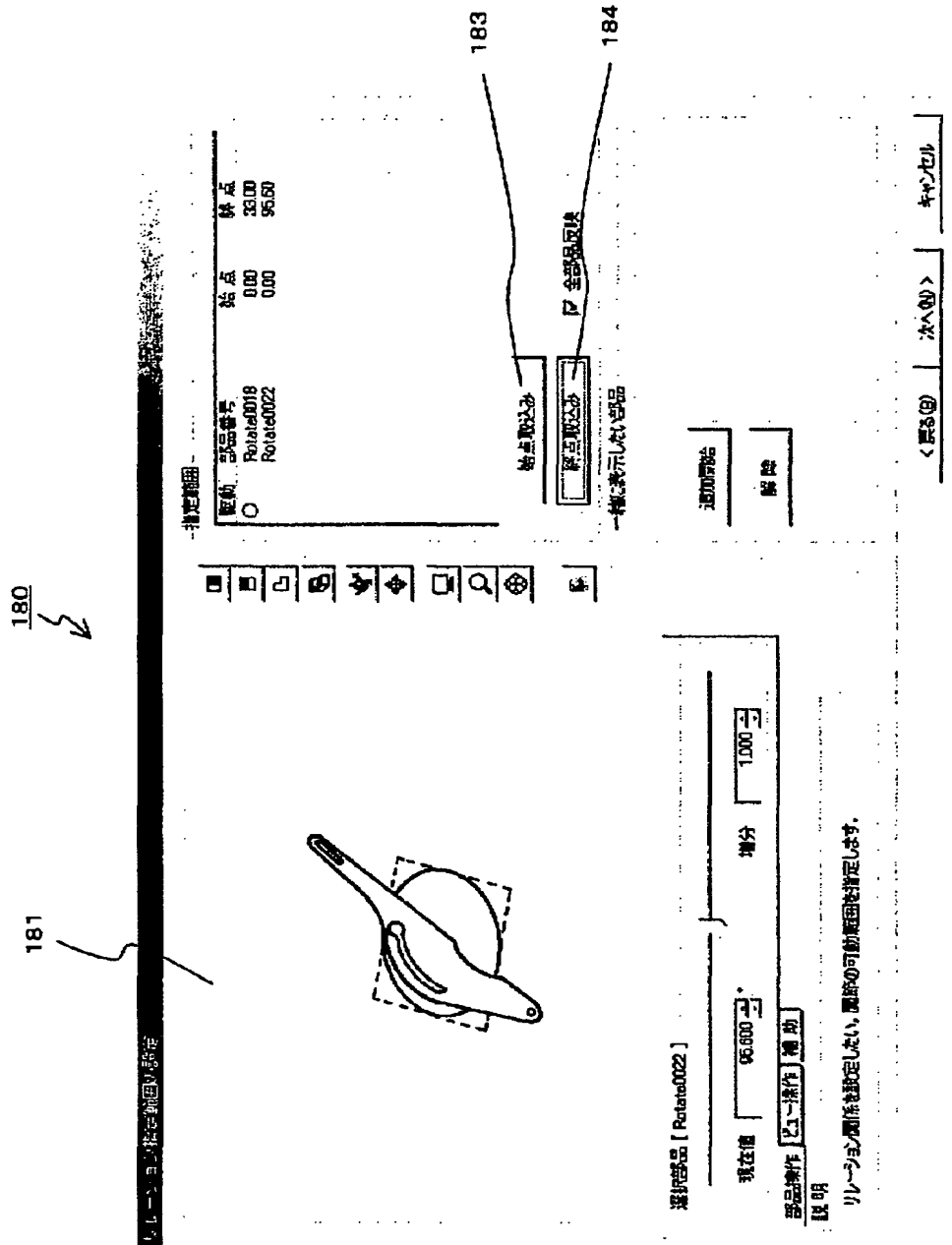
【図 27】

連動関係の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その2)



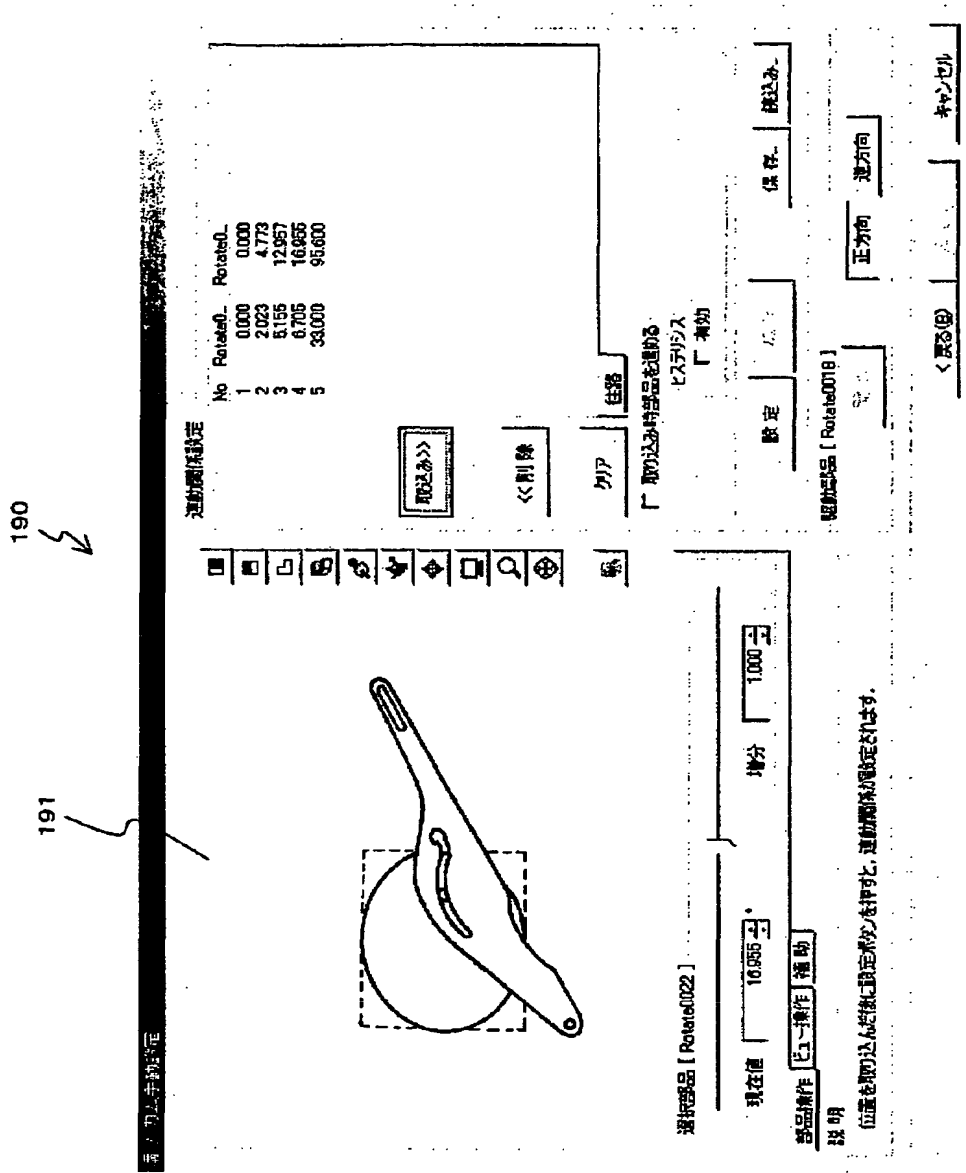
【図 28】

連動関係の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その3)



【図 29】

運動関係の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その4)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ユーザにとって機構の動作が直感的に分かり易く設定が行い易い GUI を有する機構モデルシミュレータを提供する。

【解決手段】 GUI 部 1 2 は、部品情報記憶部 1 1 に格納されている情報に基づいて、各部品の 3 次元形状や可動部を表現するモデルを表示する。そして、任意の複数の可動部のモデルを、マウスのドラッグ操作等により連結することにより、駆動部と従動部を指定させる。また、各可動部の拘束条件や、連動する動きの伝播する方向を表示し、また幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社